

Reducció de noms: Associacions i visibilitats

(La difícil tasca d'identificar. Número 5)

Josep M. Merenciano

Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics
Universitat Politècnica de Catalunya

meren@lsi.upc.edu

Juliol de 2014

Resum

La comunicació entre el model i la realitat exigeix l'existència d'un llenguatge comú. En aquest treball analitzem els noms necessaris per a comunicar associacions, enllaços, visibilitats i enllaços dirigits. El resultat és un llenguatge de comunicació basat en els noms de les abstraccions i en els noms de les realitzacions dels conceptes.

Abstract

The model-reality communication requires the existence of a common language. This paper analyzes the names needed to communicate associations, links, directed links and visibilities. The result is a communication language based on names from abstractions and concepts realizations.

1	Gènesi	3
2	Esbós del camí	5
3	Noms de les abstraccions	6
4	Noms de dels enllaços, dirigits o no	7
4.1	Llenguatge d'una associació	7
4.2	Llenguatge d'una visibilitat	10
4.3	Nou model pels enllaços	13
4.4	Comunicació d'enllaços i enllaços dirigits	19
5	Propietats del nou llenguatge estratificat	23
5.1	Llenguatge estratificat i comunicació	23
5.2	Descomposició del problema	24
5.3	Sintaxi comuna	25
5.4	Semàntiques consistents	25
5.5	Completesa	31
5.6	Referent únic	32
6	Pràctica i ús del llenguatge estratificat	34
6.1	Acoblament entre especificació i disseny	34
6.2	Dos models, dues funcions	35
6.3	Comunicació o treball	37
6.4	Model de treball comunicable	40
7	Relaxació de les hipòtesis de treball	49
7.1	Més d'una visibilitat per associació	49
7.2	Associació 1-N	51
7.3	Associacions n-àries	59
8	Comunicació dels enllaços	60
9	Principis i definicions	61
10	Referències	62

1 Gènesi

Observació inicial. Aquest apartat es repeteix en tots els informes de la sèrie *La difícil tasca d'identificar*. Per aquest motiu el fons és de color gris.

Ús de coneixement implícit. En la meua experiència en l'ensenyament (des del 2005) de les tècniques i mètodes de l'enginyeria del Software aviat em vaig adonar de com els professionals prenem algunes decisions tant inconscientment que ens sembla inconcebible que algú altre (els estudiants) pugui pendre decisions diferents. En l'anàlisi del motiu d'aquesta discrepància vaig descobrir que molts cops darrera hi havia un coneixement per part del docent o professional que era desconegut per l'estudiant. El sorprenent del cas era que aquest coneixement, fruit d'any d'experiència i de múltiples lectures, era encapsulable en alguns principis simples, tant d'enunciació com d'aplicació.

L'Enginyeria del Software encapsula el coneixement. Però aquesta és justament l'essència de l'Enginyeria del Software. La disciplina, l'art, l'habilitat i la professió d'adquirir i aplicar coneixements científics, matemàtics, econòmics, socials i pràctics, en el desenvolupament de software¹ és tant la capacitat de reproduir desenvolupaments com la capacitat d'encapsular l'experiència prèvia, pròpia o d'altri, de transmetre-la i d'usar el coneixement rebut a través de l'experiència d'altres.

Transmissió errònia de coneixement. Des d'aquest punt de vista, la discrepància entre el docent i el discent no és deguda a una mancança del discent, ans a una mancança del docent. L'origen de la discrepància rau en la incapacitat del docent d'haver transmès al discent la seva experiència; el docent de l'Enginyeria del Software falla en no usar ell mateix les tècniques i mètodes que pretén ensenyar.

Propòsit d'esmena. Arribats a aquesta conclusió només hi havia un camí a seguir. Calia detectar les discrepàncies i per cadascuna analitzar quin era el coneixement emprat implícitament pel professional, explicitar-lo, i encapsular-lo en uns pocs principis simples. I això fer-ho extensiu en tot el contingut de l'assignatura Enginyeria del Software: Disseny² de la que l'autor n'era responsable. En alguns casos l'explicitació del coneixement ha estat simple, d'altres força més complex. Un cop explicitat el coneixement sovint els principis apareixien per si sols, bé per tractar-se de principis fortament coneguts, bé per tractar-se de principis extensament usats tot i que potser no explicitats o sense un nom d'ús universal. De tot plegat en sorgí un llibre (inèdit, però accessible pels estudiants de l'assignatura) on a mesura que es va avançant en un desenvolupament es van analitzant les diferents decisions possibles, els seus avantatges i inconvenients,

¹Viquipèdia. Entrada "Enginyeria".

²Enginyeria Tècnica en Informàtica de Gestió, Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú. El darrer cop que es donà aquesta assignatura, per extinció del pla, fou la primavera de 2012. Des de la primavera del 2011, i dins del Grau en Informàtica, de la mateixa Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú, l'assignatura Ampliació a l'Enginyeria del Programari en prengué, en certa manera, el relleu.

com les anàlisis es poden encapsular en principis, i com l'ús d'aquests principis simplifica el desenvolupament.

La problemàtica dels identificadors. El què, el perquè, el com i el quan dels identificadors ha esdevingut un obstacle feixuc. Poca cosa hi ha en la bibliografia aplicable al context que m'interessava (visió des de l'especificació i des del disseny, fugint d'implementacions concretes com les bases de dades o l'orientació a objectes), i en canvi són molts els dubtes que els apareixen als estudiants. Per resoldre la problemàtica vaig introduir un capítol en el llibre usat com a material docent que desenvolupés els principis pertinents. Però les premisses emprades en aquests principis estaven farcides de coneixement implícit, la qual cosa les feia incomprendibles als estudiants. Calia explicitar aquest coneixement i presentar nous principis. La bola de neu s'anà fent gran i cada cop més tècnica. El resultat queda lluny del nivell dels estudiants als qui originalment anava destinat.

Informes de recerca amb origen en material docent. El material que tot i ser originalment docent és més de recerca que de transmissió docent l'he refet en termes d'informes de recerca, tot i mantenint l'estil de la redacció. El resultat és un híbrid: el contingut és més de recerca que docent, però l'estil i l'estructura el permet emprar com a material de consulta en cursos superiors.

Un apunt sobre l'estil. Com a material docent un text ha de permetre múltiples lectures: una ràpida que ens permeti situar dins la problemàtica, una pausada d'aprenentatge del contingut, lectures ràpides d'estudi i repàs, ús com a material de referència, accés ràpid a contingut antic relacionat amb el contingut nou, etc. Per aquest motiu aquest text conté diferents índexs, múltiples referències creuades, repeticions volgudes de contingut (amb el mateix text o amb text alternatiu, amb ús de diferents registres o nivells de formalisme,...), i els paràgrafs es presenten com un unitat semàntica. Aquesta darrera afirmació significa que cada paràgraf introdueix una sola idea o conseqüència; i aquesta idea es pot plasmar o resumir en el títol que encapçala el propi paràgraf. El resultat és un text més llarg del necessari per a la simple exposició, potser més feixuc a voltes, però que facilita gran part de les múltiples lectures exigides a un material docent.

2 Esbós del camí

Comunicació estratificada. A [Mer12c] hem vist com el *llenguatge estratificat* és el mecanisme que permet la comunicació entre dos mons (model i realitat) estratificats.

Múltiples i complexos llenguatges. La construcció del llenguatge estratificat exigeix la construcció de molts llenguatges, alguns d'ells infinits. A [Mer12d], hem vist com tractar la infinitud. Tot i això, la tasca que hem de fer és complexa i feixuga.

Reducció de noms. No podem simplificar una mica tot el procés? Cal realment donar nom a tots i cadascun dels elements del model, siguin abstraccions o siguin realitzacions?

Cal donar nom a tota abstracció i a tota realització?

(1) ?

Objectius de l'informe. En aquest informe ens proposem respondre aquesta pregunta pel que fa referència a les associacions. Bé, més concretament, a les associacions, les visibilitats, els enllaços i els enllaços dirigits.

Objectius dels informes següents. Els informes que segueixen tenen per objectiu resoldre aquesta pregunta pel que fa referència a les especialitzacions, els conceptes associatius, i els respectius models. I ho fan tant en el nivell de l'abstracció com en el nivell de les realitzacions. En el cas dels conceptes associatius la resposta exigirà d'uns quants informes.

Noms de les abstraccions. En l'apartat [3.Noms de les abstraccions](#), pàgina 6, analitzem la possibilitat de reduir les abstraccions que necessiten nom.

Noms dels enllaços. En l'apartat [4.Noms de dels enllaços, dirigits o no](#), pàgina 7, comencem l'anàlisi de la possibilitat de reduir les realitzacions que necessiten nom. En concret ens preocupem dels enllaços, realització d'una associació, i dels enllaços dirigits, realització d'una visibilitat.

Un nou llenguatge estratificat. L'anàlisi dels noms dels enllaços (dirigits o no) ens porta a modificar la definició de llenguatge estratificat. Aquesta nova definició és força tècnica, i la demostració de la seva utilitat com a llenguatge de comunicació esdevé força complexa. Per aquest motiu li hem dedicat tot l'apartat [5.Proprietats del nou llenguatge estratificat](#), pàgina 23.

De la teoria a la pràctica. El nou llenguatge estratificat és farragós, antiintuitiu i acobla excessivament el disseny i l'especificació. En l'apartat [6.Pràctica i ús del llenguatge estratificat](#), pàgina 34, mostrem com els tecnicismes es poden ocultar, i com a conseqüència podem desacoblar el disseny i l'especificació.

!! (2)

En el que segueix, i fins que no diguem el contrari, considerem que:

- Totes les associacions són binàries i amb multiplicitat $M - N$
- Hi ha una interrelació $1 - 1$ entre les associacions i les visibilitats

Associacions $1 - N$ i associacins n -àries. En l'apartat [7.Relaxació de les hipòtesis de treball](#), pàgina 49, analitzem la situació en el cas de relaxar les condicions de l'anàlisi que acabem d'exposar.

3 Noms de les abstraccions

Elements constitutius de cada món. Els elements bàsics o constitutius de la realitat són els *conceptes*; tot altre element (associacions, generalitzacions, etc.) es pot expressar en termes dels conceptes. Anàlogament, els elements bàsics o constitutius del model són els *components*.

Les necessitats de comunicació a Real_{Abs} . A REAL_{Abs} , el conjunt d'abstraccions de la realitat modelitzada, les *interrelacions* entre les abstraccions, es poden expressar en termes dels *conceptes* interrelacionats. Però res impedeix que, per exemple, entre els dos mateixos *conceptes* existeixin dues *interrelacions* diferents. Per tant, per fer efectiva la comunicació, cal que tant els *conceptes* com les seves *interrelacions* tinguin nom.³

Exemple 1 (Ambigüitat en les interrelacions de la realitat)

Considerem els conceptes Etapa i Indret. Entre ells hi construïm tres associacions diferents: dues associacions $N - 1$ que indiquen els indrets d'inici i finalització de l'etapa; i una altra $N - M$ que indica els indrets pels que passa l'etapa que disposen d'hostal. Sense el nom no sabem de quina associació estem parlant.

Les Caminades poden especialitzar-se segons la seva dificultat en dures, normals o fàcils; però també poden especialitzar-se pel tipus de terreny: muntanya, plana, platja. Sense el nom no sabem de quina especialització estem parlant.

Les necessitats de comunicació a Model_{Abs} . Els arguments acabats d'exposar sobre les necessitats comunicatives de la realitat de les abstraccions, REAL_{Abs} , es poden aplicar al model de les abstraccions, MODEL_{Abs} : sobre els dos mateixos *components* es poden definir interrelacions diferents, de visibilitat o especialització, i per tant de cara a la comunicació cal donar nom propi a tota interrelació entre *components*.

³Les propietats de les interrelacions, com la seva multiplicitat o la seva obligatorietat poden desfer els equívocs en alguns casos, però no sempre.

Noms de les abstraccions

+ En la comunicació al nivell de les abstraccions cal que totes les abstraccions tinguin nom propi, siguin *conceptes*, *components* o *interrelacions* entre aquests.

(1)

Propòsit no aconseguit. En la pregunta 1, pàgina 5, ens plantejàvem la possibilitat de reduir el nombre d'elements que han de tenir nom. Ara el que hem vist és que pel que fa a les abstraccions aquesta reducció no és possible: totes les abstraccions han de tenir nom.

4 Noms de dels enllaços, dirigits o no

4.1 Llenguatge d'una associació

Enllaç i associació. Recordatori. Un enllaç és la realització d'una associació entre conceptes.

Parèntesi notacional. Recordatori. A [Mer12c], apartat 5.Llenguatge de noms i estratificació, pàgina 13, hem introduït la notació L_B per expressar el conjunt de noms de les realitzacions de B .

Llenguatge d'una associació. La notació emprada diu que el llenguatge L_{assoc} d'una associació és el conjunt de noms de les realitzacions de l'associació. És a dir, L_{assoc} és el llenguatge que dona nom als *enllaços* que són realització d'*assoc*.

Dins del context d'una associació $assoc:A_1:A_2$, quin és el nom dels seus enllaços? Com és L_{assoc} ?⁴ (3) ?

Necessitats comunicatives dels enllaços. Dins el context d'una associació determinada, per a comunicar un dels seus enllaços n'hi ha prou en conèixer les realitzacions de conceptes que són les que resulten enllaçades.⁵

Exemple 2 (Nom d'un enllaç) *Sigui un enllaç $a_1:A_1-a_2:A_2$, realització d'una associació $assoc$ entre els conceptes A_1 i A_2 . Suposem que el nom d' $assoc$ és $nom(assoc)$; que el nom de a_1 és $nom(a_1)$, i que el nom de a_2 és $nom(a_2)$.*⁶

⁴Per simplificar els raonaments considerarem només associacions binàries, tot i que els resultats són vàlids per associacions n-àries.

⁵La multiplicitat dels extrems de l'associació pot permetre que n'hi hagi prou amb un subconjunt dels elements enllaçats.

⁶Generalment quan parlem d'una abstracció A aquest símbol (A) té un doble paper: com a símbol per expressar l'element, i com a nom d'aquest element. Aquí ens interessa distingir explícitament l'element del seu nom, i per això introduïm l'etiqueta $nom(a)$.

Llavors, el nom de l'enllaç en qüestió, dins del context de l'associació assoc, és el parell $\langle \text{nom}(a_1), \text{nom}(a_2) \rangle$

Llenguatge per anomenar enllaços. Per tant, dins el context d'una associació $\text{assoc}: A_1 - A_2$, el llenguatge següent es pot usar com a llenguatge de l'associació:

$$L_{\text{assoc}: A_1 - A_2} = L_{A_1} \times L_{A_2}^{7,8}$$

L'associació com a producte cartesià. Donada una associació $\text{assoc}: A_1 - A_2$, sovint l'expressem amb $\text{assoc}: A_1 \times A_2$. Amb aquesta notació obtenim:

$$L_{\text{assoc}: A_1 - A_2} = L_{\text{assoc}: A_1 \times A_2} = L_{A_1} \times L_{A_2}^9$$

Llenguatge d'una associació, en termes del model. Si les realitzacions dels conceptes i les dels components són comunicables tenim, per la propietat de la *Sintaxi comuna* sobre els llenguatges de comunicació,¹⁰ que els seus llenguatges han de coincidir. Per tant, si assumim $\text{model}(A_1) = B_1$ i $\text{model}(A_2) = B_2$, llavors el llenguatge d'una associació és:

$$L_{\text{assoc}: A_1 - A_2} = L_{\text{assoc}: A_1 \times A_2} = L_{B_1} \times L_{B_2}^{11}$$

Multiplicitat de les associacions. Recordatori. Entre dos conceptes donats hi pot haver tantes associacions com calgui.

Unicitat relativa dels enllaços. Recordatori. Donades dues realitzacions qualssevol de la realitat, entre elles hi pot haver múltiples enllaços. Però cada enllaç és la realització d'una associació diferent. És a dir, en relació a una associació, l'enllaç en cas d'existir és únic.

Necessitat del marcatge. Per tal de permetre la comunicació en el context de tot el model, i no només en el fragment corresponent a una associació assoc , hem d'assegurar que el nom d'un enllaç $a_1: A_1 - a_2: A_2$, realització de l'associació $\text{assoc}: A_1 - A_2$, és únic dins del model. Però l'ús de $L_{\text{assoc}} = L_{A_1} \times L_{A_2}$ no ho assegura per mor de la possibilitat de múltiples associacions entre A_1 i A_2 . Per això cal usar el *llenguatge marcat*.

⁸Aquí l'ordre associat als productes cartesianes no és significatiu, de tal manera que $L_{\text{assoc}: A_1 - A_2}$ es pot expressar tant com $L_{A_1} \times L_{A_2}$ o com $L_{A_2} \times L_{A_1}$. Aquesta observació és coherent amb el fet que les associacions són simètriques: assoc tant es pot definir com $\text{assoc}: A_1 - A_2$ com $\text{assoc}: A_2 - A_1$.

⁸Aquí la igualtat expressa que el segon membre és un llenguatge que podem usar com a llenguatge de la visibilitat. En cap moment diem que és l'únic llenguatge possible.

⁹Aquí la igualtat expressa que el segon membre és un llenguatge que podem usar com a llenguatge de la visibilitat. En cap moment diem que és l'únic llenguatge possible.

¹⁰Vegeu [Mer12b], requadre 6. Propietats del llenguatge comú de comunicació, pàgina 15.

¹¹Aquí la igualtat expressa que el segon membre és un llenguatge que podem usar com a llenguatge de la visibilitat. En cap moment diem que és l'únic llenguatge possible.

Llenguatge marcat d'una associació. El llenguatge marcat sobre els enllaços d'una associació el podem expressar com:

$$L_{assoc:A_1 \times A_2}^m = nom(assoc:A_1 \times A_2) \times L_{assoc:A_1 \times A_2} \quad (1)$$

$$= nom(assoc:A_1 \times A_2) \times L_{A_1} \times L_{A_2} \quad (2)$$

$$= nom(assoc:A_1 \times A_2) \times L_{B_1} \times L_{B_2} \quad (3)$$

Descripció dels passos algebraics

1. Definició de llenguatge marcat
2. El llenguatge de l'associació es pot expressar com el producte cartesià del llenguatge dels seus extrems
3. Els conceptes i components són comunicables, i per tant comparteixen el llenguatge

Exemple 3 (Necessitat del marcatge de L_{assoc}) Considerem els conceptes *Etapla* i *Indret* i les tres associacions *inici de l'etapa* ($N-1$), *finalització de l'etapa* ($N-1$) i *disposen d'hostal* ($N-M$).

L'etapa Vall Fosca té el seu inici a La Pobla de Segur i s'acaba a Capdella. Els hostals es troben a la Pobleta de Bellvé, a la Torre de Capdella i a Molins.

Això significa que tenim un enllaç Vall Fosca–La Pobla de Segur, que és una realització de l'associació inici; un enllaç Vall Fosca–Capdella, que és una realització de l'associació finalització; i tres enllaços Vall Fosca–Pobleta de Bellvé, Vall Fosca–Torre de Capdella, i Vall Fosca–Molins, tots tres realització de l'associació disposen d'hostal.

Per comunicar cadascun dels enllaços n'hi ha prou en indicar els indrets involucrats i el nom de l'associació, i no cal donar un nom independent a cada enllaç. Per exemple podem expressar el primer dels enllaços considerat com inici: Vall Fosca–La Pobla de Segur, que ens diu que l'inici de l'etapa Vall Fosca és La Pobla de Segur.

El nom de l'associació és imprescindible per evitar ambigüitats. Per exemple, suposem que a Capdella també hi hagi un hostal. Llavors tenim dos enllaços diferents Vall Fosca–Capdella, un que és realització de l'associació inici, i l'altre que ho és de l'associació disposen d'hostal.

Llenguatge amb marcatge a tots els nivells. Si en l'expressió obtinguda per a $L_{assoc:A_1 \times A_2}^m$, com a L_{B_1} i L_{B_2} usem els respectius llenguatges marcats, obtenim un llenguatge estratificat o marcat en tots els nivells.¹²

$$L_{assoc:A_1 \times A_2}^m = \{nom(assoc)\} \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$$

¹²La utilitat del marcatge a tots els nivells quedarà palesa en l'apartat [4.4.Comunicació d'enllaços i enllaços dirigits](#), pàgina 19.

Significat del marcatge a tots els nivells. En el marcatge a tots els nivells de $L_{assoc:A_1-A_2}$ marquem l'enllaç amb el nom de l'associació, però també marquem cada extrem de l'enllaç amb el nom del concepte corresponent.

(2)

Llenguatge d'una associació

Com a llenguatge d'una associació $assoc:A_1 \times A_2$ es pot usar el següent llenguatge:

$$L_{assoc:A_1 \times A_2} = L_{B_1} \times L_{B_2}$$

(Hem assumit $model(A_i) = B_i$ per a $1 \leq i \leq 2$).

(3)

Comunicació d'enllaços

Per a comunicar els enllaços d'una associació $assoc$ en el marc de tot el model cal usar el llenguatge marcat, L_{assoc}^m . Per conveniència usarem el marcatge a tots els nivells:

$$L_{assoc:A_1 \times A_2}^m = nom(assoc: A_1 \times A_2) \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$$

4.2 Llenguatge d'una visibilitat

Associació i visibilitat. Recordatori. El model d'una associació binària és una visibilitat.¹³

Enllaç dirigit i visibilitat. Recordatori. Un enllaç dirigit és la realització d'una visibilitat.

Parèntesi notacional. Recordatori. A [Mer12c], apartat 5.Llenguatge de noms i estratificació, pàgina 13 hem introduït la notació L_B per expressar el conjunt de noms de les realitzacions de B.

Llenguatge d'una visibilitat. La notació emprada diu que el llenguatge L_{vis} d'una visibilitat és el conjunt de noms de les realitzacions de la visibilitat. És a dir, L_{vis} és el llenguatge que dona nom als *enllaços dirigits* que són realització de *vis*.

[?] (4)

Dins del context d'una visibilitat $vis:B_1 \rightarrow B_2^*$, quin és el nom dels seus enllaços dirigits? Com és L_{vis} ?

¹³La problemàtica de les associacions n-àries s'analitza en l'apartat 7.3.Associacions n-àries, pàgina 59. En essència el que cal és transformar l'associació en associacions binàries.

Necessitats comunicatives dels enllaços dirigits. Dins del context d'una visibilitat determinada, per a comunicar un enllaç dirigit n'hi ha prou en conèixer l'objecte que és origen de l'enllaç.

Exemple 4 (Nom d'un enllaç dirigit) *Sigui un enllaç dirigit $b_1 : B_1 \rightarrow B_2^*$, realització d'una visibilitat $vis : B_1 \rightarrow B_2^*$. Suposem que el nom de vis és $nom(vis)$, i que el nom de b_1 és $nom(b_1)$.*¹⁴

Llavors, el nom de l'enllaç dirigit en qüestió és $nom(a_1)$

Llenguatge per anomenar enllaços dirigits. Per tant, dins el context d'una visibilitat $vis : B_1 \rightarrow B_2^*$, el llenguatge següent es pot usar com a llenguatge de la visibilitat:

$$L_{vis:B_1 \rightarrow B_2^*} = L_{B_1}$$
¹⁵

La visibilitat com a producte cartesià. Donada una visibilitat $vis : B_1 \rightarrow B_2^*$, sovint l'expressem amb $vis : B_1 \times B_2$.¹⁶ Amb aquesta notació obtenim:

$$L_{vis:B_1 \rightarrow B_2^*} = L_{vis : B_1 \times B_2} = L_{B_1}$$
¹⁷

Excursió. (La visibilitat com a producte cartesià) Una visibilitat expressa potencialitat de coneixement i accés. El que la defineix és quin és el component actiu i quin és el component passiu. El component actiu d'una visibilitat és aquell qui proporciona la capacitat a les seves realitzacions de mantenir un coneixement i un accés sobre realitzacions del component passiu de la visibilitat. La multiavaluació de la visibilitat és una propietat d'aquesta, però no és definitiva: un canvi en la multiplicitat no canvia les potencialitats d'accés i coneixement. Per aquest motiu una visibilitat $B_1 \rightarrow B_2^*$ es pot expressar com $B_1 \times B_2$, i no s'ha pas de recórrer a $B_1 \times B_2 \times \dots \times B_2$.

Multiplicitat de les visibilitats. Recordatori. Entre un mateix component origen i un mateix component destinació hi poden haver tantes visibilitats com calgui.

Unicitat relativa dels enllaços dirigits. Recordatori. Donat un objecte qualsevol del model, pot ser l'origen de múltiples enllaços dirigits. Però cadascun d'aquests enllaços dirigits és la realització d'una visibilitat diferent. És a dir, en relació a una visibilitat, l'enllaç dirigit amb origen en un determinat objecte, en cas d'existir és únic.

¹⁴Generalment quan parlem d'una abstracció A aquest símbol (A) té un doble paper: com a símbol per expressar l'element, i com a nom d'aquest element. Aquí ens interessa distingir explícitament l'element del seu nom, i per això introduïm l'etiqueta $nom(b_1)$.

¹⁵Aquí la igualtat expressa que el segon membre és un llenguatge que podem usar com a llenguatge de la visibilitat. En cap moment diem que és l'únic llenguatge possible.

¹⁶Aquí l'ordre associat als productes cartesianes és significatiu.

¹⁷Aquí la igualtat expressa que el segon membre és un llenguatge que podem usar com a llenguatge de l'associació. En cap moment diem que és l'únic llenguatge possible.

Necessitat de marcatge. Per tal de permetre la comunicació en el context de tot el model, i no només en el fragment corresponent a la visibilitat $\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*$, hem d'assegurar que el nom d'un enllaç dirigit $b_1:B_1 \rightarrow b_2:B_2^*$, realització de la visibilitat $\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*$, és únic dins del model. Però l'ús de $L_{\text{vis}} = L_{B_1}$ no ho assegura per mor de la possibilitat de múltiples visibilitats amb origen a B_1 . Per això cal usar el *llenguatge marcat*:

$$L_{\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*}^m = \text{nom}(\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*) \times L_{\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*} \quad (1)$$

$$= \text{nom}(\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*) \times L_{B_1} \quad (2)$$

Descripció dels passos algebraics

1. Definició de llenguatge marcat
2. El llenguatge de la visibilitat es pot expressar com el llenguatge del seu origen

Exemple 5 (Necessitat del marcatge de L_{vis}) *Suposem una visibilitat $\text{vis}:A \rightarrow B^*$ amb els següents enllaços dirigits: $\text{vis} = \{ \langle a_1, \{b_1, b_2, b_3\} \rangle, \langle a_2, \{b_2, b_4\} \rangle \}$.*

El nom de cada enllaç dirigit és el nom de l'origen de l'enllaç dirigit. Però com que per un mateix origen hi poden haver tants enllaços dirigits com visibilitats, cal també indicar el nom de la visibilitat. Així els noms dels enllaços de l'exemple són $\langle \text{vis}, a_1 \rangle$ i $\langle \text{vis}, a_2 \rangle$.

Llenguatge amb marcatge a tots els nivells. Si en l'expressió obtinguda per a $L_{\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*}^m$, com a L_{B_1} usem el llenguatge marcat corresponent, obtenim un llenguatge estratificat o marcat a tots els nivells.¹⁸

$$L_{\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*} = L_{\text{vis}:B_1 \times B_2} = \{\text{nom}(\text{vis})\} \times L_{B_1}^m$$

Significat del marcatge a tots els nivells. En el marcatge a tots els nivells de $L_{\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*}$ marquem l'enllaç dirigit, però també l'objecte que és l'origen d'aquest enllaç dirigit.

¹⁸La utilitat del marcatge a tots els nivells quedarà palesa en l'apartat 4.4.Comunicació d'enllaços i enllaços dirigits, pàgina 19.

Llenguatge d'una visibilitat

(4)

Com a llenguatge d'una visibilitat $\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*$ es pot usar el següent llenguatge:

$$L_{\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*} = L_{B_1}$$

Comunicació d'enllaços dirigits

(5)

Per a comunicar els enllaços dirigits d'una visibilitat vis en el marc de tot el model cal usar el llenguatge marcat L_{vis}^m . Per conveniència usarem el marcatge a tots els nivells:

$$L_{\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*}^m = \text{nom}(\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*) \times L_{B_1}^m$$

4.3 Nou model pels enllaços**4.3.1 Necessitat d'un nou model**

Enllaç i enllaç dirigit. Un enllaç dirigit és el model de tots els enllaços de l'associació pertinent que comparteixen un dels extrems de l'enllaç.

Exemple 6 (Model dels enllaços) *Sigui una associació assoc entre A_1 i A_2 amb els següents enllaços: $\text{assoc} = \{ \langle a_1, b_1 \rangle, \langle a_1, b_2 \rangle, \langle a_1, b_3 \rangle, \langle a_2, b_2 \rangle, \langle a_2, b_4 \rangle \}$.*

Suposem que el model d'assoc és la visibilitat $\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^$. Llavors els enllaços dirigits d'aquesta visibilitat són: $\text{vis} = \{ \langle a_1, \{b_1, b_2, b_3\} \rangle, \langle a_2, \{b_2, b_4\} \rangle \}$.*

Cada enllaç dirigit és el model d'un conjunt d'enllaços. Tots els enllaços capturats per un mateix enllaç dirigit tenen l'extrem de A_1 comú; i no hi ha dos enllaços dirigits diferents amb el mateix objecte origen.

Necessitat d'estratificació. Recordatori. La realitat considerada és una realitat a dos nivells: hi ha abstraccions i realitzacions d'aquestes. Per tant ens cal construir un model estratificat.¹⁹

Construcció del model estratificat. Recordatori. Per construir un model estratificat cal construir un model MODEL_{Abs} sobre les abstraccions que sigui coherent.²⁰ A més, cal considerar cada abstracció d'aquest model com un model

¹⁹Vegeu [Mer12c], apartat 3.2. Models estratificats, pàgina 7.

²⁰Vegeu la definició de *coherència* en el requadre 3, pàgina 11 de [Mer12c].

sobre les seves realitzacions; cadascun d'aquests models sobre realitzacions ha de ser un model coherent.²¹

Coherència del model sobre les abstraccions. El model MODEL_{Abs} sobre les abstraccions és un model coherent: hi ha una relació 1-1 entre associacions i visibilitats.²²

No coherència dels models sobre les realitzacions. La realització d'una visibilitat (un enllaç dirigit) és el model d'un conjunt de realitzacions del model (d'un conjunt d'enllaços). En conseqüència els models sobre les realitzacions no compleixen la propietat de la unicitat en la demodelització, i per tant no són models coherents.

Canvi de perspectiva. Per tal que el model construït sigui un model estratificat, i per tant comunicable, *ens cal canviar la nostra idea de model d'un enllaç.*

Necessitat d'un nou model d'un enllaç. Com a model d'un enllaç hem de considerar, no un enllaç dirigit com feiem fins ara, sinó el parell format per un enllaç dirigit i un objecte: $\text{model}(\text{enllaç}) = \langle \text{enllaç dirigit}, \text{objecte} \rangle$.

Descripció del nou model d'enllaç. Sigui una associació $\text{assoc}: A_1 - A_2$ i una visibilitat $\text{vis}: B_1 \rightarrow B_2^*$ tal que $\text{model}(\text{assoc}) = \text{vis}$.²³ Sigui un enllaç $a_1 - a_2$ realització d' assoc , i sigui $\text{model}(a_1) = b_1$ i $\text{model}(a_2) = b_2$. Llavors el model de l'enllaç $a_1 - a_2$ es pot expressar és:

(6)

Model d'un enllaç

Donada una associació $\text{assoc}: A_1 - A_2$:

$$\text{model}(a_1 - a_2 : \text{assoc}) = \langle b_1 - b_2 : (\text{vis}: B_1 \rightarrow B_2^*), b_2 : B_2 \rangle$$

El què i el com d'aquest nou model. La *no coherència* dels models sobre les realitzacions és per mor de la manca d'unicitat en la demodelització: molts *enllaços* es modelitzen amb un sol *enllaç dirigit*. Aquesta manca d'unicitat provoca ambigüitats en la comunicació. La manera de recuperar la coherència és desfent l'ambigüitat. Així, en comunicar un enllaç dirigit hem de donar informació addicional que permeti desambiguar i determinar a quin dels molts enllaços possibles ens estem referint. Aquesta informació addicional ha de dir quin dels diversos objectes que són destinació de l'enllaç dirigit comunicat és el

²¹Vegeu [Mer12c], apartat 4.Construcció d'un model estratificat, pàgina 9.

²²Una associació binària es pot modelitzar amb dues visibilitats diferents; és en el moment de construir el model que escollim el sentit adient de la visibilitat que volem emprar. En el cas que decidim usar simultàniament les dues visibilitats possibles, perdem la unicitat en la modelització. Aquesta problemàtica la tractem a l'apartat 7.1.Més d'una visibilitat per associació, pàgina 49.

²³Això significa que $\text{model}(A_1) = B_1$ i $\text{model}(A_2) = B_2$.

que correspon a l'enllaç que es vol comunicar. D'aquí el parell $\langle b_1:B_1-b_2:B_2, b_2:B_2 \rangle$.

Necessitat d'un nou model per a les associacions. El conjunt format pel models de tots els enllaços d'una mateixa associació ha de ser el model d'aquesta associació. Per tant, si hem canviat la definició de model d'un enllaç, també cal canviar la idea que tenim sobre el model d'una associació.

Nou model d'una associació. El nou model que hem de considerar per una associació $assoc:A_1-A_2$ és el producte cartesià ordenat $(vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2$:

Model d'una associació

$$model(assoc:A_1-A_2) = (vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2$$

(7)

4.3.2 Llenguatge sobre els models dels enllaços

Nom del model d'un enllaç. El model d'un enllaç és un parell $\langle enllaç \text{ dirigit}, objecte \rangle$. Per tant el nom del model d'un enllaç serà un parell $\langle nom(enllaç \text{ dirigit}), nom(objecte) \rangle$.

Parèntesi notacional. A [Mer12c], apartat 5.Llenguatge de noms i estratificació, pàgina 13, hem introduït la notació L_B per expressar el conjunt de noms de les realitzacions de B.

Llenguatge del model d'una associació. La notació emprada diu que el llenguatge $L_{model(assoc)}$ del model d'una associació és el conjunt de noms de les realitzacions d'aquest model. És a dir, $L_{model(assoc)}$ és el llenguatge que dóna nom als elements que són el model dels *enllaços* que són realització de l'associació *assoc*.

Dins del context del model d'una associació $assoc:A_1:A_2$, això és, dins el context de $vis:B_1 \rightarrow B_2^* \times B_2$, quin és el nom dels elements d'aquest context? Com és $L_{(vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2}$? (5) ?

Llenguatge per anomenar els nous elements. Per tal d'obtenir una expressió per a $L_{model(assoc:A_1-A_2)}$ aprofitarem el coneixement que $model(assoc:A_1-A_2)$ és un producte cartesià d'altres conjunts:

$$L_{model(assoc:A_1-A_2)} = L_{(vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2} \quad (1)$$

$$= L_{vis:B_1 \rightarrow B_2^*} \times L_{B_2} \quad (2)$$

$$= L_{B_1} \times L_{B_2} \quad (3)$$

Descripció dels passos algebraics

1. Definició del model d'una associació

2. El llenguatge d'un producte es pot expressar com el producte de llenguatges: $L_{X \times Y} = L_X \times L_Y$ ²⁴
3. Un possible llenguatge d'una visibilitat $L_{(\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*)}$ és L_{B_1} .

Nom del model d'un enllaç. Estem en el context $\text{model}(\text{assoc}) = \text{vis} \times B_2$. En principi res no impedeix tenir un nom atòmic per cada parell d'aquest conjunt, però justament en el pas (2) hem decidit que els noms siguin els parells $\langle \text{nom}(\text{visibilitat}), \text{nom}(\text{objecte}) \rangle$.

D'un a dos contextos. En el moment que decidim que els noms del model d'una associació són de la forma $\langle \text{nom}(\text{visibilitat}), \text{nom}(\text{objecte}) \rangle$ el que fem també és particionar el nostre context. ÉS a dir, els noms de realitzacions que s'han d'interpretar dins del context del model d'una associació els dividim en dos noms, cadascun interpretable en el seu propi context: un nom que s'haurà d'interpretar en el context de la visibilitat $\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*$; i un altre nom que s'haurà d'interpretar en el context del component B_2 .

Necessitat del marcatge. Per tal de permetre la comunicació en el context de tot el model, i no només en el fragment corresponent al model d'una associació assoc , hem d'assegurar que el nom de les realitzacions d'aquest model sigui únic. Però l'ús de $L_{\text{model}(\text{assoc}:A_1-A_2)} = L_{B_1} \times L_{B_2}$ no ho assegura per mor de la possibilitat de múltiples visibilitats amb origen a B_1 . Per això cal usar el *llenguatge marcat*.

Llenguatge marcat del model d'una associació. El llenguatge marcat sobre els elements que són realització del model d'una associació el podem expressar com:

$$L_{\text{model}(\text{assoc}:A_1 \times A_2)}^m = L_{(\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2}^m \quad (1)$$

$$= \text{nom}((\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2) \times L_{\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^* \times B_2} \quad (2)$$

$$= \text{nom}((\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2) \times L_{B_1} \times L_{B_2} \quad (3)$$

Descripció dels passos algebraics

1. Definició de model d'una associació
2. Definició de llenguatge marcat
3. Expressió obtinguda pel llenguatge d'una visibilitat²⁵

²⁴Aquest pas no és pròpiament una igualtat: hem usat una manera de construir $L_{X \times Y}$, però segur que n'hi ha moltes d'altres.

²⁵Aquest pas no és pròpiament una igualtat: hem usat una manera de construir L_{vis} , però segur que n'hi ha moltes d'altres.

Llenguatge amb marcatge a tots els nivells. Si en l'expressió obtinguda per a $L_{model(assoc:A_1-A_2)}^m$, com a L_{B_1} i L_{B_2} usem els llenguatge marcats corresponents, obtenim un llenguatge estratificat o marcat a múltiples nivells:²⁶

$$L_{model(assoc:A_1-A_2)}^m = nom((vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2) \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$$

Significat del marcatge a tots els nivells. En el marcatge a tots els nivells de $L_{model(assoc:A_1-A_2)}$, marquem el model de l'enllaç, però també marquem els objectes que són el model de l'origen i la destinació de l'enllaç en qüestió.

Llenguatge del model d'una associació

(8)

Com a llenguatge del *model* d'una associació $assoc:A_1-A_2$ es pot usar el següent llenguatge:

$$L_{model(assoc:A_1-A_2)} = L_{B_1} \times L_{B_2}$$

Comunicació dels elements que són el model d'un enllaç

(9)

Per a comunicar, en el marc de tot el model, els elements que són el model d'un enllaç, que al seu torn és la realització d'una associació *assoc*, cal usar el llenguatge marcat $L_{model(assoc)}^m$:

$$L_{model(assoc:A_1-A_2)}^m = nom((vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2) \times L_{B_1} \times L_{B_2}$$

4.3.3 Llenguatge per a la comunicació

Principis de modelització i comunicació. Recordatori. La conclusió 14, pàgina 24 de [Mer12b], expressa les condicions per les que la comunicació és possible: n'hi ha prou en construir el model segons els principis de modelització; els noms comuns a ambdós mons són el llenguatge de comunicació que cal emprar.

Comunicació de les abstraccions. Una associació *assoc* és una abstracció de $REAL_{Abs}$, i per tant el seu nom és un nom de L_{Abs} . Però per tal que la comunicació sigui possible $MODEL_{Abs}$ s'ha d'haver construït segons el principi de la *Franquícia obligada*. I això significa que el nom d'una associació ha de coincidir amb el nom del seu model: $nom(assoc)=nom(model(assoc))$.

²⁶La utilitat del marcatge a tots els nivells quedarà palesa en l'apartat 4.4.Comunicació d'enllaços i enllaços dirigits, pàgina 19.

Nom del model d'una associació. Volem que el nom d'una associació sigui el mateix nom que el seu model. Però el model d'una associació és un producte cartesià, i per tant, com a cas particular, el nom del model d'una associació el podem expressar com el producte de noms d'una visibilitat i d'un component. Algebraicament tenim:

$$\text{nom}(\text{assoc}: A_1 - A_2) = \text{nom}(\text{vis}: B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2 \quad (1)$$

$$= \text{nom}(\text{vis}: B_1 \rightarrow B_2^*) \times \text{nom}(B_2) \quad (2)$$

Descripció dels passos algebraics

1. L'associació és una abstracció comunicable, i per tant el seu nom ha de ser el mateix que el nom del seu model
2. El nom d'un producte cartesià es pot expressar com el producte de noms: $\text{nom}(A \times B) = \text{nom}(A) \times \text{nom}(B)$ ²⁷

(10)

Descomposició del nom d'una associació

$$\text{nom}(\text{assoc}: A_1 - A_2) = \text{nom}(\text{vis}: B_1 \rightarrow B_2^*) \times \text{nom}(B_2)$$

Llenguatge marcat del model d'una associació. Per una banda hem obtingut una expressió per a $L_{\text{model}(\text{assoc}: A_1 \times A_2)}^m$; de l'altra hem expressat $\text{nom}(\text{assoc})$ en termes de $\text{nom}(\text{vis})$. Ara ens proposem combinar aquests resultats:

$$L_{\text{assoc}: A_1 \times A_2}^m = \text{nom}(\text{assoc}: A_1 \times A_2) \times L_{B_1} \times L_{B_2} \quad (1)$$

$$= \text{nom}(\text{vis}: B_1 \rightarrow B_2^*) \times \text{nom}(B_2) \times L_{B_1} \times L_{B_2} \quad (2)$$

$$= \text{nom}(\text{vis}: B_1 \rightarrow B_2^*) \times L_{B_1} \times L_{B_2}^m \quad (3)$$

$$= \text{nom}(\text{vis}: B_1 \rightarrow B_2^*) \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m \quad (4)$$

Descripció dels passos algebraics

1. Expressió obtinguda pel llenguatge d'una associació
2. Descomposició del nom de l'associació
3. Definició de llenguatge marcat
4. Donat un conjunt A , com a llenguatge L_A sobre el conjunt sempre podem usar el llenguatge marcat L_A^m ²⁸

Una expressió per a dos llenguatges. El resultat que obtenim és que el llenguatge $\text{nom}(\text{vis}: B_1 \rightarrow B_2^*) \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$ és pot usar com a llenguatge d'una associació, però també com a el llenguatge del model d'aquesta associació.

²⁷Aquest pas no és pròpiament una igualtat: hem usat una manera de construir $\text{nom}(A \times B)$, però segur que n'hi ha moltes d'altres.

²⁸Aquest pas no és pròpiament una igualtat: hem usat una manera de construir L_{B_1} , però segur que n'hi ha moltes d'altres.

Llenguatge d'una associació i del seu model

(11)

El llenguatge $nom(vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$ es pot usar com a:

- Llenguatge marcat $L_{assoc:A_1-A_2}^m$ de l'associació *assoc*
- Llenguatge marcat $L_{model(assoc:A_1-A_2)}^m$ del model de l'associació *assoc*

Un llenguatge que traspasa fronteres. Recordem que un llenguatge marcat L_A^m és un cas particular de llenguatge L_A sobre el conjunt A . Per tant el que hem obtingut és un llenguatge que tant és vàlid per anomenar els enllaços com per anomenar el model d'aquests.

Comunicació d'enllaços i dels seus models

(12)

El següent llenguatge és útil per a comunicar els enllaços i els elements que en són model:

$$nom(vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$$

4.4 Comunicació d'enllaços i enllaços dirigits

Com comuniquem els enllaços al model? Com comuniquem els enllaços dirigits a la realitat? (6) ?

4.4.1 Llenguatges involucrats

Objectiu perseguit. En la pregunta 1, pàgina 5, ens plantejàvem la possibilitat de reduir el nombre d'elements que han de tenir nom. I per aquest motiu hem analitzat com són els noms de les realitzacions dels enllaços i les associacions.

Un resultat sorprenent. Sorprenentment l'anàlisi realitzada ens ha portat a descobrir que pròpiament el model d'una associació no és una visibilitat! Hem introduït el model correcte i hem analitzat els noms de les seves realitzacions.

Tres llenguatges. El resultat de tot plegat és l'aparició de tres llenguatges diferents: el d'una associació, el del model d'una associació, i el d'una visibilitat.

Propostes de construcció dels llenguatges. Finalment, per cadascun d'aquests tres llenguatges hem fet una proposta de construcció: hem donat una

expressió que es pot usar com a definició del llenguatge considerat.²⁹

Propostes de cara a la comunicació. Per tal de permetre la comunicació en la totalitat del model, hem considerat les versions marcades de les diferents propostes de llenguatges. El quadre següent mostra un resum de les propostes finals, sota l'assumpció de $model(A_1) = B_1$ i $model(A_2) = B_2$:

(13)

Llenguatges al voltant dels enllaços	
• Llenguatge d'una associació ³⁰	
– Notació: $L_{assoc:A_1 \times A_2}^m$ ³¹	
– Propòsit: Dóna nom als enllaços d'una associació	
– Proposta: $L_{assoc:A_1 \times A_2}^m = \{nom(assoc)\} \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$	
• Llenguatge d'una visibilitat	
– Notació: $L_{vis:B_1 \times B_2^*}^m$ ³²	
– Propòsit: Dóna nom als enllaços dirigits d'una visibilitat	
– Proposta: $L_{vis:B_1 \times B_2^*}^m = \{nom(vis)\} \times L_{B_1}^m$	
• Llenguatge del nou model d'una associació	
– Notació: $L_{model(assoc:A_1 \times A_2)}^m$ ³³	
– Propòsit: Dóna nom als elements que són el model d'un enllaç	
– Proposta: $L_{model(assoc:A_1 \times A_2)}^m = \{nom(vis)\} \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$	
– Condició dels noms: $nom(assoc) = nom(vis) \times nom(B_2)$ ³⁴	

Hipòtesi subjacent. Les expressions que hem donat pels tres llenguatges considerats es basen en la hipòtesi que els llenguatges sobre els components

²⁹Segur que hi ha moltes d'altres maneres d'obtenir el llenguatge, és a dir, un mecanisme que doni nom a cadascun dels elements considerats. Però això no ens importa: el que ens importa és que l'expressió per nosaltres considerada compleix amb el que es demana.

³⁰Considerem només el cas binari $M-N$. En l'apartat 7, pàgina 49, generalitzem el resultat pel cas 1- N i pel cas n -ari.

³¹Aquí el producte cartesià és commutatiu.

³²Aquí el producte cartesià no és commutatiu.

³³Aquí el producte cartesià és commutatiu.

³⁴Evidentment $nom(B_2) = nom(A_2)$. Però llavors, si bé hem dit que el producte cartesià de $assoc:A_1 \times A_2$ és commutatiu, ara veiem que $nom(assoc)$ està format per $nom(A_2)$, la qual cosa exigeix diferenciar, amb l'ordre, A_1 de A_2 . Aquest problema el tractem en l'apartat 6.Pràctica i ús del llenguatge estratificat, pàgina 34.

siguin útils de cara a la comunicació de les realitzacions dels conceptes i dels components. És a dir, $L_A = L_B \Leftrightarrow \text{model}(A) = B$.

Coincidència en la construcció dels llenguatges. Cal observar com tot i tenir tres conjunts diferents sobre els que volem tenir un llenguatge, hem aconseguit una expressió en termes de llenguatges que és vàlida tant per anomenar els *enllaços* com els seus models. Pels *enllaços dirigits* hem d'usar una altra construcció.

Reducció del problema del bateig d'elements. Les dues expressions de llenguatge considerades es presenten en termes dels llenguatges dels *components*. És a dir, n'hi ha prou amb els llenguatges dels components per tenir també llenguatges sobre les associacions, sobre els models d'aquestes, i sobre les visibilitats. En conseqüència hem reduït el conjunt d'elements sobre els que cal donar un nom nou: n'hi ha prou en considerar els noms de les realitzacions dels conceptes i dels components.

Encara més reducció del problema del bateig d'elements. La comunicació exigeix que els noms de les realitzacions dels conceptes siguin els mateixos noms que els de les realitzacions dels components. Per tant, els únics noms que ens interessa són els de les realitzacions dels components.

La importància del model, novament. En la conclusió 7, pàgina 20 de [Mer12d], dèiem que el model és qui defineix la realitat i el llenguatge sobre aquesta; en construir un model donem nom als seus elements; i propaguem, segons el principi de l'*expansió de noms*,³⁵ aquests noms a la realitat. Per aquest motiu *el que ens interessa són els noms que hem de definir sobre el model*. En l'anàlisi de reducció de noms que acabem de fer veiem com per a la comunicació dels enllaços, dels seus models i dels enllaços dirigits, n'hi ha prou en donar nom a les realitzacions dels components.

Els llenguatges dels components són suficients

Per donar nom a un enllaç, al seu model, o a un enllaç dirigit, n'hi ha prou amb una combinació adient de noms d'objectes. És a dir, *només hem de considerar els llenguatges marcats dels components*.

(14)

³⁵Vegeu [Mer12d], apartat 4.3. *Expansió de noms*, pàgina 19.

4.4.2 Llenguatge estratificat i associacions

Definició. Llenguatge estratificat (aproximació 2). *Donat un MODEL estratificat, definim com a llenguatge estratificat³⁶ sobre aquest model el llenguatge següent:*

$$L = L_{Abs} \cup \bigcup_{\substack{B \in \text{MODEL}_{Abs} \\ B \text{ és un component}}} L_B^m \cup \bigcup_{(vis:B_i \rightarrow B_j^*) \times B_2 \in \text{MODEL}_{Abs}} \{\text{nom}(vis)\} \times L_{B_i}^m \times L_{B_j}^m$$

Anatomia del llenguatge estratificat. El llenguatge estratificat és de fet la unió de tres llenguatges:

- Llenguatge sobre les abstraccions del model: L_{Abs}
- Llenguatge sobre les realitzacions dels conceptes i dels components:

$$L_{Obj} = \bigcup_{\substack{B \in \text{MODEL}_{Abs} \\ B \text{ és un component}}} L_B^m$$

- Llenguatge sobre les realitzacions de les associacions binàries (els enllaços), i els seus models:

$$L_{en} = \bigcup_{(vis:B_i \rightarrow B_j^*) \times B_2 \in \text{MODEL}_{Abs}} \{\text{nom}(vis)\} \times L_{B_i}^m \times L_{B_j}^m$$

Notació. Usarem L_{Obj} o *llenguatge sobre els objectes* per expressar el llenguatge sobre les realitzacions dels conceptes i dels components. Usarem L_{en} o *llenguatge sobre els enllaços*, per expressar el llenguatge sobre les realitzacions de les associacions binàries (els enllaços), i els seus models.

³⁶Aquesta definició refina i amplia la definició del requadre 5, pàgina 16 de [Mer12c]. A [Mer14a] i [Mer14b] presentem noves ampliacions i refinaments.

Llenguatge estratificat (2)^{37,38}

(15)

- **Abstraccions.** Cada abstracció té el seu nom propi `nomAbstracció`
- **Realitzacions de conceptes i de components.** El nom d'una realització és el parell `<nomComponent, nomRealitzacióDinsDelComponent>` on cada `nomRealització` només té sentit dins de l'abstracció expressada per `nomComponent`³⁹
- **Realitzacions d'associacions i models d'aquestes realitzacions.** El nom d'un enllaç (o del seu model) és la terna `<nomVisibilitat, nomRealització1, nomRealització2>`, on `nomRealització1` és el nom d'una realització d'una de les abstraccions involucrades, i `nomRealització2` és el nom d'una realització de l'altra de les abstraccions involucrades.⁴⁰ Tant `nomRealització1` com `nomRealització2` s'expressen en forma de parell `<nomComponent, nomRealitzacióDinsDelComponent>`⁴¹

5 Propietats del nou llenguatge estratificat

5.1 Llenguatge estratificat i comunicació

El llenguatge estratificat és un llenguatge de comunicació. Donat un model estratificat, el seu llenguatge estratificat és vàlid com a llenguatge de comunicació.

Demostració. En el que segueix esbossem la demostració de l'afirmació que el nou llenguatge estratificat compleix amb les propietats per a ser usat com a llenguatge de comunicació.

³⁷Per simplicitat expressem la conclusió en termes d'absència de sinonímia. La generalització pel cas de permetre la sinonímia és ben simple: n'hi ha prou en demanar que `nomAbstracció` i `nomRealitzacióDinsDelComponent` siguin conjunts.

³⁸Aquesta definició refina i amplia la definició exposada en la conclusió 6, pàgina 17 de [Mer12c]. A [Mer14a] i [Mer14b] presentem noves ampliacions i refinaments.

³⁹Amb `nomComponent` tant podem expressar un component com un concepte. I `nomRealitzacióDinsDelComponent` tant podem expressar el nom de la realització dins del component com dins del concepte.

⁴⁰Si estem comunicant un enllaç, les abstraccions involucrades són els conceptes que associats amb l'associació del qual l'enllaç en qüestió n'es una realització. Si estem comunicant el model d'un enllaç, les abstraccions involucrades són els components que són origen i destinació de la visibilitat corresponent.

⁴¹Amb `nomComponent` tant podem expressar un component com un concepte. I `nomRealitzacióDinsDelComponent` tant podem expressar el nom de la realització dins del component com dins del concepte.

5.2 Descomposició del problema

D'un a tres problemes. El llenguatge estratificat es pot expressar com $L = L_{Abs} \cup L_{Obj} \cup L_{En}$, on els tres llenguatges de la dreta de la igualtat són mútuament independents. És a dir, no hi ha cap nom que pertanyi a més d'un dels llenguatges, i no hi ha cap element que rebi nom de més d'un llenguatge. Això permet analitzar els tres llenguatges per separat.

Llenguatge sobre les abstraccions. A [Mer12c], apartat 5.3.2. Propietats del llenguatge estratificat, pàgina 17, hem vist com L_{Abs} és vàlid com a llenguatge de comunicació sobre $MODEL_{Abs}$.

Llenguatge sobre els objectes. A [Mer12c], apartat 5.3.2. Propietats del llenguatge estratificat, pàgina 17, hem vist com cada L_B és vàlid com a llenguatge de comunicació sobre $MODEL_B$, sota el supòsit que L_{Abs} sigui un llenguatge vàlid per a la comunicació de les abstraccions. En el mateix apartat hem vist

com, gràcies al marcatge, $L_{Obj} = \bigcup_{\substack{B \in MODEL_{Abs} \\ B \text{ és un component}}} L_B^m$ és un llenguatge vàlid per a la comuni-

cació de les realitzacions dels conceptes i les realitzacions dels components.

Llenguatge sobre els enllaços. Queda per veure que L_{En} és un llenguatge vàlid per a la comunicació de les realitzacions de les associacions i dels models d'aquestes realitzacions. És el que fem en els apartats següents.

Context de l'anàlisi. En el que segueix considerarem:

!! (7)

- *Associació:* $assoc: A_1 - A_2$
- *Enllaç:* $a_1: A_1 - a_2: A_2$
- *Visibilitat:* $vis: B_1 \rightarrow B_2^*$
- *Model de l'associació:* $model(assoc) = \langle vis: B_1 \rightarrow B_2^*, B_2 \rangle$
- *Model de l'enllaç:* $model(a_1: A_1 - a_2: A_2) = \langle b_1: B_1 \rightarrow B^*, b_2: B_2 \rangle$
- *Relació de modelització:* $model(A_i) = B_i; model(a_i) = b_i$
- *Nom comunicable:* $nom = \langle x, y, z, t \rangle \in L_{En}$, on

$$L_{En} = \{ nom(vis: B_1 \rightarrow B_2^*) \} \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$$

$$x = nom(vis: B_1 \rightarrow B_2^*)$$

$$y = nom(B_1)$$

$$z = nom(b_1: B_1)$$

$$t = nom(B_2)$$

$$u = nom(b_2: B_2)$$

5.3 Sintaxi comuna

Tenim sintaxi comuna. Sabem⁴² que hi ha una manera d'expressar el llenguatge d'una associació que també és útil com a llenguatge del seu model. En concret el llenguatge $nom(vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$ és una sintaxi comuna entre les realitzacions d' $assoc:A_1-A_2$ i les realitzacions de $model(assoc:A_1-A_2)$.

Condicions necessàries per a la sintaxi comuna. Cal observar que aquesta sintaxi comuna està supeditada al fet que:

$$\begin{aligned} nom(assoc:A_1-A_2) &= nom(model(assoc:A_1-A_2)) \\ &= nom((vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times nom(B_1)) \\ &= nom(vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times nom(B_1) \end{aligned}$$

Condicions que es compleixen. Com que $assoc:A_1-A_2$ és una abstracció es compleix que $assoc:A_1-A_2 \in \text{MODEL}_{Abs}$, i per tant que:

$$nom(assoc:A_1-A_2) = nom(model(assoc:A_1-A_2)) = nom(vis:B_1 \rightarrow B_2^* \times B_2)$$

Les condicions són assumibles. El nom d'un producte sempre es pot expressar com el producte de noms, que és justament el que necessitem. Per tant les condicions necessàries per a la *Sintaxi comuna* sempre les podem obtenir.

5.4 Semàntiques consistents

5.4.1 Full de ruta

El significat de les *Semàntiques consistents*. La propietat de les *Semàntiques consistents* diu que:

$$model(A) = B \Leftrightarrow nom(A) \cap nom(B) \neq \emptyset^{43}$$

L'homonímia és modelització. Aquest és el sentit cap a l'esquerra de la implicació: la coincidència de noms només és possible en cas que els elements homònims estiguin lligats per la relació de modelització. Per demostrar-ho cal interpretar el nom en ambdós mons, i veure que els elements referenciats són un el model de l'altre.

Els apartats [5.4.2. Interpretació de nom en la realitat](#), pàgina 26, i [5.4.3. Interpretació de nom en el model](#), pàgina 27, presenten les dues interpretacions; l'apartat [5.4.4. L'homonímia és modelització](#), pàgina 28, mostra com ambdues interpretacions són una el model de l'altra.

⁴²Els detalls de les afirmacions que segueixen s'han tractat a l'apartat [4.3.2. Llenguatge sobre els models dels enllaços](#), pàgina 15.

⁴³En absència de sinonímia això significa $model(A) = B \Leftrightarrow nom(A) = nom(B)$.

La modelització és homonímia. Aquest és el sentit cap a la dreta de la implicació: l'existència d'un lligam de modelització exigeix la coincidència de noms. Per demostrar-ho cal construir el nom d'un element i el del seu model, i veure que són el mateix nom.

Els apartats 5.4.5.Nom d'un enllaç, pàgina 28, i 5.4.6.Nom del model d'un enllaç, pàgina 29, construeixen el nom d'un element i el del seu model; l'apartat 5.4.7.La modelització és homonímia, pàgina 30, treu les conclusions.

5.4.2 Interpretació de nom en la realitat

Nom compartit. Sigui nom un nom qualsevol tal que $\text{nom} \in L_{en} = \{\text{nom}(\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*)\} \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$.⁴⁴

Llenguatge de la realitat. En la realitat nom s'ha d'interpretar com un nom de:⁴⁵

$$L_{\text{assoc}:A_1 \times A_2}^m = \text{nom}(\text{assoc}:A_1 \times A_2) \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$$

Estructura d'un nom en la realitat. Per tant, tot nom en la realitat és un tuple $\langle \mathbf{f}, \mathbf{g}, \mathbf{h} \rangle$ tal que:

$$\begin{aligned}\mathbf{f} &= \text{nom}(\text{assoc}:A_1 A_2) \\ \mathbf{g} &= \langle \text{nom}(B_1), \text{nom}(b_1:B_1) \rangle \\ \mathbf{h} &= \langle \text{nom}(B_2), \text{nom}(b_2:B_2) \rangle\end{aligned}$$

Nom d'una associació. Per assegurar la propietat de la *Sintaxi comuna* hem exigit que:

$$\text{nom}(\text{assoc}:A_1:A_2) = \text{nom}((\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2)$$

Expressió del nom d'una associació. Com que el nom d'un producte es pot expressar com el producte de noms tenim que:

$$\begin{aligned}\text{nom}(\text{assoc}:A_1:A_2) &= \text{nom}((\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2) \\ &= \text{nom}(\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*) \times \text{nom}(B_2)\end{aligned}$$

El nom com un nom de la realitat. La següent equivalència permet veure nom com un nom del model:

$$\begin{aligned}\langle \mathbf{x}, \mathbf{t} \rangle &= \mathbf{f} & \text{nom}((\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2) \text{ sempre es pot expressar com} \\ & & \text{nom}(\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*) \times \text{nom}(B_2) \\ \langle \mathbf{y}, \mathbf{z} \rangle &= \mathbf{g} \\ \langle \mathbf{t}, \mathbf{u} \rangle &= \mathbf{h}\end{aligned}$$

⁴⁴En l'observació 7, pàgina 24, hem presentat aquest nom i els seus constituents.

⁴⁵Vegeu la conclusió 3, pàgina 10.

La interpretació de nom en la realitat és possible. L'equivalència anterior mostra com *nom* sempre és interpretable en la realitat. N'hi ha prou en agrupar convenientment els constituents.

Com s'interpreta nom en la realitat. El *nom* en la realitat s'interpreta com l'enllaç, realització de l'associació de nom $nom(assoc:A_1:A_2)$ (ens ho diu $\langle x, t \rangle$) entre A_1 i A_2 (ens ho diu y i t), que enllaça els elements $a_1:A: 1$ i $a_2:A_2$ (ens ho diu z i u).

5.4.3 Interpretació de nom en el model

Nom compartit. Sigui *nom* un nom qualsevol tal que $nom \in L_{en} = \{nom(vis:B_1 \rightarrow B_2^*)\} \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$.⁴⁶

Llenguatge del model. En el model *nom* s'ha d'interpretar com un nom de⁴⁷

$$L_{model(assoc:A_1:A_2)}^m = nom((vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2) \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$$

Estructura d'un nom en el model. Per tant, tot nom en el model és un tuple $\langle f, g, h \rangle$ tal que:

$$\begin{aligned} f &= nom((vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2) \\ g &= \langle nom(B_1), nom(b_1:B_1) \rangle \\ h &= \langle nom(B_2), nom(b_2:B_2) \rangle \end{aligned}$$

El nom com un nom del model. La següent equivalència permet veure *nom* com un nom del model:

$$\begin{aligned} \langle x, t \rangle &= f && nom((vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2) \text{ sempre es pot expressar com } \\ &&& nom(vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times nom(B_2) \\ \langle y, z \rangle &= g && \text{Tot nom marcat sobre un conjunt és un nom sobre} \\ &&& \text{aquest conjunt} \\ \langle t, u \rangle &= h && \text{Tot nom marcat sobre un conjunt és un nom sobre} \\ &&& \text{aquest conjunt} \end{aligned}$$

La interpretació de nom en el model és possible. L'equivalència anterior mostra com *nom* sempre és interpretable en el model. N'hi ha prou en agrupar convenientment els constituents.

Com s'interpreta nom en el model. El *nom* en el model s'interpreta com el model d'un enllaç, realització de l'associació de nom $nom(assoc:A_1:A_2)$ (ens ho diu $\langle x, t \rangle$) entre A_1 i A_2 (ens ho diu y i t), que enllaça els elements $a_1:A: 1$ i $a_2:A: 2$ (ens ho diu z i u).

⁴⁶En l'observació 7, pàgina 24, hem presentat aquest *nom* i els seus constituents.

⁴⁷Vegeu la conclusió 9, pàgina 17.

5.4.4 L'homonímia és modelització

Doble interpretació. En l'apartat 5.4.3. Interpretació de **nom** en el model, pàgina 27, hem vist com $\text{nom} = \langle x, y, z, t \rangle \in L_{en}$ s'interpreta en el model. I en l'apartat 5.4.2. Interpretació de **nom** en la realitat, pàgina 26, hem vist com s'interpreta en la realitat.

L'homonímia és modelització. Si observem les dues interpretacions obtingudes, veiem que la interpretació de **nom** en el model, és el model de la interpretació de **nom** en la realitat. És a dir, quan un mateix nom és compartit entre model i realitat és perquè en un món fa referència al model de l'altre: la coincidència de noms és una coincidència semàntica.⁴⁸

Condicions exigides a la doble interpretació. En la demostració que *l'homonímia és modelització* hem emprat que el nom d'una associació és el nom del seu model, i que el nom del model d'una associació cal expressar-lo com el producte del nom de la visibilitat corresponent amb el nom del component pertinent. Són exactament les mateixes condicions que les exigides per a la propietat de la *Sintaxi comuna*:

$$\begin{aligned} \text{nom}(\text{assoc}:A_1-A_2) &= \text{nom}(\text{model}(\text{assoc}:A_1-A_2)) \\ &= \text{nom}((\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*) \times \text{nom}(B_1)) \\ &= \text{nom}(\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*) \times \text{nom}(B_1) \end{aligned}$$

Allò que encara no sabem. Sabem que si dos elements comparteixen nom, llavors és que mantenen una relació de modelització. És a dir $\text{nom}(A) \cap \text{nom}(B) \neq \emptyset \Rightarrow \text{model}(A) = B$: *l'homonímia és modelització*. Ens queda la implicació contrària: cal demostrar que si un element és el model d'un altre, llavors comparteixen el mateix nom.

5.4.5 Nom d'un enllaç

Considerem un enllaç qualsevol. Sigui un enllaç qualsevol, segons la notació de l'observació 7, pàgina 24.

Nom de l'enllaç considerat. El nom de l'enllaç considerat és un element de $L_{\text{assoc}:A_1-A_2}^m$. Com a cas particular usarem el llenguatge marcat a tots els nivells: $L_{\text{assoc}:A_1-A_2}^m = \{\text{nom}(\text{assoc}:A_1-A_2)\} \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$.

Nom d'una associació. Per assegurar la propietat de la *Sintaxi comuna* hem exigít que:

$$\text{nom}(\text{assoc}:A_1:A_2) = \text{nom}((\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2)$$

⁴⁸Tal com s'ha construït el model, tots els noms del model són compartits amb la realitat. El que afirmem aquí és que les interpretacions en un món i en un altre estan interrelacionades a través de la realització de modelització.

Estructura del nom d'un enllaç. De tot plegat en resulta que el nom de l'enllaç considerat és un tuple $\text{nom}_1 = \langle i, j, k, l, m, n \rangle$ on:⁴⁹

$$\begin{aligned} i &= \text{nom}((vis:B_1 \rightarrow B_2^*)) \\ j &= \text{nom}(B_2) \\ k &= \text{nom}(B_1) \\ l &= \text{nom}(b_1:B_1) \\ m &= \text{nom}(B_2) \\ n &= \text{nom}(b_2:B_2) \end{aligned}$$

Comunicació del nom de l'enllaç. Per comunicar l'enllaç hem d'usar un nom nom de $L_{en} = \{\text{nom}(vis:B_1 \rightarrow B_2^*)\} \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$. L'estructura de nom és la presentada en l'observació 7, pàgina 24.

Construcció del nom comunicable de l'enllaç. La seqüent equivalència ens permet crear el nom nom que caldrà emprar per a la comunicació de l'enllaç:

$$\begin{aligned} x &= i \\ y &= k \\ z &= l \\ t &= m \\ u &= n \end{aligned}$$

El nom que comuniquem. Resumint, el nom que comuniquem és:

$$\begin{aligned} \text{nom}(a_1:A_1 - a_2:A_2) = \\ \langle \text{nom}(vis:B_1 \rightarrow B_2^*), \text{nom}(B_1), \text{nom}(b_1:B_1), \text{nom}(B_2), \text{nom}(b_2:B_2) \rangle \end{aligned}$$

5.4.6 Nom del model d'un enllaç

Considerem el model d'un enllaç qualsevol. Sigui el model d'un enllaç qualsevol, segons la notació de l'observació 7, pàgina 24.

Nom del model de l'enllaç considerat. El nom del model de l'enllaç considerat és un element de $L_{(vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2}^m$. Com a cas particular usarem el llenguatge marcat a tots els nivells:

$$L_{(vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2}^m = \{\text{nom}((vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2)\} \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m.$$

Estructura del nom del model d'un enllaç. Si tenim present que el nom d'un producte sempre es pot expressar com a producte dels noms, tenim que el nom del model l'enllaç considerat és un tuple $\text{nom}_1 = \langle i, j, k, l, m, n \rangle$ on:⁵⁰

⁴⁹El fet que $j=m$ permet escurçar el nom tot evitant la repetició. En fer-ho obtenim noms més curts, però res altera els resultats aquí presentats.

⁵⁰El fet que $y=u$ permet escurçar el nom tot evitant la repetició. En fer-ho obtenim noms més curts, però res altera els resultats aquí presentats.

$$\begin{aligned}
i &= \text{nom}((vis:B_1 \rightarrow B_2^*)) \\
j &= \text{nom}(B_2) \\
k &= \text{nom}(B_1) \\
l &= \text{nom}(b_1:B_1) \\
m &= \text{nom}(B_2) \\
n &= \text{nom}(b_2:B_2)
\end{aligned}$$

Comunicació del nom de l'enllaç. Per comunicar el model de l'enllaç hem d'usar un nom nom de $L_{en} = \{\text{nom}(vis:B_1 \rightarrow B_2^*)\} \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$. L'estructura de nom és la presentada en l'observació 7, pàgina 24.

Construcció del nom comunicable de l'enllaç. La seqüent equivalència ens permet crear el nom nom que caldrà emprar per a la comunicació de l'enllaç:

$$\begin{aligned}
x &= i \\
y &= k \\
z &= l \\
t &= m \\
u &= n
\end{aligned}$$

El nom que comuniquem. Resumint, en nom que comuniquem és:

$$\begin{aligned}
&\text{nom}(\text{model}(a_1:A_1 - a_2:A_2)) = \\
&<\text{nom}(vis:B_1 \rightarrow B_2^*), \text{nom}(B_1), \text{nom}(b_1:B_1), \text{nom}(B_2), \text{nom}(b_2:B_2)>
\end{aligned}$$

5.4.7 La modelització és homonímia

Dos elements i un sol nom. En l'apartat 5.4.5.Nom d'un enllaç, pàgina 28, hem analitzat el nom que s'usa per a la comunicació d'un enllaç. I en l'apartat 5.4.6.Nom del model d'un enllaç, pàgina 29, hem analitzat el nom que s'usa per a la comunicació del model d'aquest enllaç. I ambdós noms han resultat ser el mateix.

La modelització és homonímia. En conclusió, un enllaç i el seu model comparteixen el mateix nom: *la modelització és homonímia*.

Condicions exigides a la coincidència de noms. En la demostració que *la modelització és homonímia* hem emprat que el nom del model d'una associació cal expressar-lo com el producte del nom de la visibilitat corresponent amb el nom del component pertinent:

$$\begin{aligned}
\text{nom}(\text{model}(\text{assoc}:A_1 - A_2)) &= \text{nom}((vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2) \\
&= \text{nom}(vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times \text{nom}(B_2)
\end{aligned}$$

Semàntiques consistents. Com hem vist, l'homonímia és modelització, i la modelització és homonímia. Per tant L_{en} té la propietat de les *Semàntiques consistents*.

5.5 Completesa

5.5.1 Absència d'anòmies en la realitat

Noms en la realitat. Sigui un enllaç qualsevol de la realitat, i sigui *nom* el seu nom. Llavors $\text{nom} = \langle x, y, z, t, u \rangle$, segons la notació de l'observació 7, pàgina 24.

Objectiu perseguit. Per demostrar la *Completesa* de L_{en} hem de veure que tot enllaç té un nom com l'indicat.

Llenguatge dels extrems de l'enllaç. Els components B_i són models coherents, i els respectius L_{B_i} són llenguatges útils per a la comunicació dels elements d'aquests models.

Els extrems tenen nom. La *Completesa* de L_{B_i} assegura que tota realització de A_i té un nom i per tant donat un enllaç $a_1:A_1-a_2:A_2$ qualsevol el parell $\langle \text{nom}(a_1), \text{nom}(a_2) \rangle$ sempre existeix.

Els extrems tenen nom en el model. La propietat de les *Semàntiques consistents* de L_{B_i} assegura que si $\text{model}(a_i:A_i) = b_i:B_i$ llavors $\text{nom}(a_i) = \text{nom}(b_i)$. Així, donat un enllaç $a_1:A_1-a_2:A_2$ qualsevol el parell $\langle \text{nom}(b_1), \text{nom}(b_2) \rangle$ sempre existeix.

El marcatge intern és possible. Els components B_i són abstraccions, i per tant són elements de MODEL_{Abs} . La *Completesa* de L_{Abs} assegura que $\text{nom}(B_i)$ sempre existeix. Per tant podem marcar els llenguatges L_{B_i} . Així, donat un enllaç $a_1:A_1-a_2:A_2$ qualsevol, el nom $\langle \text{nom}(B_1), \text{nom}(b_1), \text{nom}(b_2), \text{nom}(B_2) \rangle$ sempre existeix.

El marcatge extern és possible. L'enllaç considerat és la realització d'una associació *assoc*. Com que *assoc* és una abstracció és un element de MODEL_{Abs} ; i per tant la *Completesa* de L_{Abs} assegura que $\text{nom}(\text{assoc})$ sempre existeix. Així, donat un enllaç $a_1:A_1-a_2:A_2$ qualsevol el nom $\text{nom} = \langle \text{nom}(\text{assoc}), \text{nom}(B_1), \text{nom}(b_1), \text{nom}(b_2), \text{nom}(B_2) \rangle$ sempre existeix.

La realitat no conté anòmies. En conclusió, l'ús de $\text{nom}(\text{assoc}:A_1-A_2) \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$ com a llenguatge $L_{\text{assoc}:A_1-A_2}^m$ de l'associació, assegura l'absència d'anòmies en la realitat.

5.5.2 Absència d'anòmies en el model

Solidesa del model. Suposem que en el $\text{model}(\text{assoc}:A_1-A_2)$ existeix un element *elem* sense nom. Per construcció $\text{model}(\text{assoc}:A_1-A_2)$ és un model *sòlid*: només conté elements que siguin el model d'algun enllaç de l'associació *assoc*.

L'enllaç modelitzat té nom. Per solidesa sabem que existeix un enllaç del qual *elem* n'és el model. Però per *Completesa de noms* en la realitat aquest enllaç té un nom *nom*.

Manlleu del nom. Finalment, la propietat de les *Semàntiques consistents* assegura que la modelització és homonímia; i per tant el nom **nom** de l'enllaç també ho ha de ser del seu model. És a dir $\text{nom} \in \text{nom}(\text{elem})$.

El model no té anòmies. Davant aquesta contradicció hem de concloure que no és possible tenir anòmies en el model.

5.6 Referent únic

El nom considerat. Sigui un nom de L_{en} . Seguint la nomenclatura de l'observació 7, pàgina 24, tenim que $\text{nom} \in \{\text{nom}(\text{vis})\} \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$.

Referent únic en L_{B_i} . Tant L_{Abs} , com L_{B_1} i L_{B_2} són llenguatges útils per a la comunicació en els respectius contextos. I per tant tenen la propietat del referent únic.

Referent únic en el marcatge de L_{B_i} . El marcatge dels llenguatges L_{B_i} es fa amb el nom de B_i , que per ser un nom de L_{Abs} tampoc té ambigüitat referencial.

Referent únic pel nom de l'associació. Sabem que $\text{nom}(\text{assoc}:A_1-A_2)$, per ser un nom de L_{Abs} , no té ambigüitat referencial. Però estem assumint la condició $\text{nom}(\text{assoc}:A_1-A_2) = \text{nom}((\text{vis}:B_1 \rightarrow B: 2^*) \times B_2) = \text{nom}(\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*) \times \text{nom}(B_2)$.

Necessitat d'una exigència. Tenim un nom (el de l'associació) que no és ambigu referencialment, i que sabem que és el producte cartesià de dos altres noms: el d'un component (que no és ambigu referencialment) i el d'una visibilitat. Res però podem dir sobre l'ambigüitat o no ambigüitat del nom de la visibilitat. (L'excursió següent esbossa els motius d'aquesta afirmació). No ens queda més remei que exigir-la com a condició addicional.

Excursió. (Composició d'ambigüitats)

- Si $\langle a, b \rangle$ i b no són ambigus referencialment, generalment no podem dir res sobre l'ambigüitat de a .

Exemple 7 (L'agrupació desambigua) *El nom Barcelona és ambigu: en el món hi ha diferents ciutats amb aquest nom. En canvi el nom Barcelona, Catalunya no té cap mena d'ambigüitat: de Catalunya només n'hi ha una, i dins d'aquesta només hi ha una Barcelona.*

Aquest és un cas on $\langle a, b \rangle$ i b no són ambigus referencialment, però a sí.

- Si a i b no són ambigus referencialment, generalment no podem dir res de l'ambigüitat de $\langle a, b \rangle$.

Exemple 8 (L'agrupació genera ambigüitat) *Suposem els noms Vall Fosca i Cabdella com a no ambigus referencialment. El nom $\langle \text{Vall Fosca}, \text{Cabdella} \rangle$ és ambigu perquè no sabem si fa referència a un enllaç de l'associació inici, o a un enllaç de l'associació població principal.*

Aquesta ambigüïtat era justament la que justificava la necessitat d'usar el marcatge per comunicar els enllaços.

Aquest és un cas on a i b no són ambigus referencialment, però $\langle a, b \rangle$ sí.

Exigència sobre $nom(vis:B_1 \rightarrow B_2^*)$

Exigim que $nom(vis:B_1 \rightarrow B_2^*)$ no sigui ambigu referencialment.

(16)

Els constituents de nom no són ambigus referencialment. De tot plegat en resulta que tots i cadascun dels constituents de **nom** no són ambigus referencialment. Queda per veure l'ambigüïtat o no ambigüïtat de **nom** = $\langle x, y, z, t, u \rangle$.

Interpretació de nom en la realitat. En l'apartat 5.4.2. Interpretació de nom en la realitat, pàgina 26, hem vist com **nom** s'interpreta com l'enllaç, realització de l'associació de nom $nom(assoc) = nom(B_1 \rightarrow B_2^*) \times nom(B_2)$, entre l'element de nom $nom(b_1)$, realització del concepte de nom $nom(B_1)$, i l'element de nom $nom(b_2)$, realització del concepte de nom $nom(B_2)$.

Interpretació de nom en la realitat sense ambigüïtat referencial. Tots els noms que apareixen en la interpretació de **nom** en la realitat no tenen ambigüïtat referencial. Per tant la interpretació de **nom** en la realitat és única, no ambigua.

Interpretació de nom en el model. En l'apartat 5.4.3. Interpretació de nom en el model, pàgina 27, hem vist com **nom** s'interpreta com el model l'enllaç, realització de l'associació de nom $nom(assoc) = nom(B_1 \rightarrow B_2^*) \times nom(B_2)$, entre l'element de nom $nom(b_1)$, realització del concepte de nom $nom(B_1)$, i l'element de nom $nom(b_2)$, realització del concepte de nom $nom(B_2)$.

Interpretació de nom en el model sense ambigüïtat referencial. Tots els noms que apareixen en la interpretació de **nom** en el model no tenen ambigüïtat referencial. Per tant la interpretació de **nom** en el model és única, no ambigua.

Referent únic. En conclusió, el llenguatge L_{en} té la propietat del *Referent únic*.

(17)

Condicions pel llenguatge de comunicació estratificat

El llenguatge estratificat exposat en la conclusió 15, pàgina 23,⁵¹ és útil com a llenguatge de comunicació, sempre i quan es compleixin les següents condicions:

- **Coherència de noms:**

$$\text{nom}(\text{assoc}:A_1-A_2) = \text{nom}((\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2)$$

- **Descomposició de noms:**

$$\text{nom}((\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2) = \text{nom}(\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*) \times \text{nom}(B_2)$$

- **Visibilitat no ambigua:**

El nom $\text{nom}(\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*)$ no és ambigu referencialment.

6 Pràctica i ús del llenguatge estratificat

6.1 Acoblament entre especificació i disseny

El nom d'un enllaç. Per tal de comunicar un enllaç $a_1:A_1-a_2:A$: 2, des de la realitat hem de construir el nom $\text{nom}=\langle x, y, z, t, u \rangle$ on:⁵²

$$\begin{aligned} x &= \text{nom}(\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*) \\ y &= \text{nom}(B_1) \\ z &= \text{nom}(b_1:B_1) \\ t &= \text{nom}(B_2) \\ u &= \text{nom}(b_2:B_2) \end{aligned}$$

Coneixement parcial. Donada una associació $\text{assoc}:A_1-A_2$ sabem que en el model hi haurà la visibilitat $\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*$ o la visibilitat $\text{vis}':B_2 \rightarrow B_1^*$.⁵³ Però des de la realitat no sabem, ni volem saber, quina de les dues visibilitats possibles hi haurà en el model com a conseqüència de l'existència l'associació $\text{assoc}:A_1:A_2$ en la realitat.

L'enllaç ha de conèixer la visibilitat. Malgrat el desconeixement que des de la realitat tenim de com es modelitza concretament cada associació, resulta que la comunicació d'un enllaç exigeix conèixer com es modelitza l'associació de la qual l'enllaç n'és una realització. En concret, cal conèixer la visibilitat $\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*$ i el component B_2 destinació d'aquesta visibilitat.

⁵¹La definició formal està a la pàgina 22.

⁵²Aquesta nomenclatura és la mateixa que l'exposada a l'observació 7, pàgina 24.

⁵³Les restriccions imposades en tot el desenvolupament són les expressades en l'observació 2, pàgina 6. D'elles s'infereix que el model d'una associació no poden ser dues visibilitats. A l'apartat 7.1. **Més d'una visibilitat per associació**, pàgina 49, tractem el cas on això passa.

Acoblament indesitjat. Les condicions exigides per a la comunicació diuen, per tant, que per parlar sobre elements de la realitat hem d'haver prèviament construït el model, i que des de la realitat hem de conèixer aquest model. És a dir, la comunicació ens obliga a *acoblar fortament l'especificació a les decisions de disseny!!*

6.2 Dos models, dues funcions

6.2.1 Model per a la comunicació

Repàs dels resultats obtinguts. En aquest apartat resumim els resultats principals obtinguts sobre la comunicació dels enllaços.

Comunicació estratificada. Partim d'una realitat estratificada. Això exigeix usar la comunicació estratificada: cal un *model estratificat*, i un *llenguatge estratificat*.

Model estratificat. En el *model estratificat* tenim un model coherent $MODEL_{Abs}$ sobre les abstraccions. Cadascuna de les abstraccions B de $MODEL_{Abs}$ és al seu torn un model coherent $MODEL_B$.

Llenguatge estratificat. En el *llenguatge estratificat* la comunicació de les realitzacions es fa per nivells: per una banda es comunica l'abstracció pertinent, i per l'altra es comunica la realització dins d'aquesta abstracció. Això exigeix que per cada $B \in MODEL_{Abs}$ tinguem un llenguatge L_B vàlid per a la comunicació dels elements de $MODEL_B$.

Necessitat d'un nou model per les associacions. En cas de considerar que el model d'una associació és una visibilitat, $model(assoc) = vis$, tenim que el model $MODEL_{vis}$ ⁵⁴ no és un model coherent. En concret perdem la unicitat en la demodelització: la visibilitat vis es realitza en enllaços dirigits, i cadascun d'aquests és el model de múltiples enllaços.

Nou model per a les associacions. Per tal de poder mantenir l'estratificació del nostre model $MODEL$ ens cal canviar la definició de model d'una associació. La proposta que hem fet ha estat:

$$model(assoc:A_1-A_2) = (vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2$$

Llenguatge de comunicació. Donada una associació $assoc$, el llenguatge ofert pel model $MODEL_{assoc}$ és L_{assoc} ; i el llenguatge ofert pel model d'aquesta associació és $L_{model(assoc)}$. La comunicació exigeix que $L_{assoc} = L_{model(assoc)}$, la qual cosa ens obliga a expressar el llenguatge en cadascun dels dos mons en termes comprensibles per l'altre món.

⁵⁴ $MODEL_{vis}$ és el fragment del $MODEL$ format per tots els enllaços dirigits que són realització de la visibilitat vis .

Llenguatge per a la comunicació estratificada. L'estratificació ens porta a usar el marcatge del llenguatge de cada fragment L_B del model MODEL. La proposta que hem fet ha estat:

$$L_{assoc}^m = L_{model(assoc)}^m = \{nom(vis)\} \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$$

Nom d'una associació. Per tal d'assegurar que l'expressió proposada pel llenguatge de comunicació es pugui interpretar com una expressió vàlida pel llenguatge L_{assoc}^m , i per tant realment sigui un llenguatge útil per a la comunicació, cal exigir que:

$$nom(assoc:A_1-A_2) = nom(vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times nom(B_2)$$

Nom d'una visibilitat. Per tal que d'assegurar que el llenguatge de comunicació proposat té la propietat del *Referent únic*, cal exigir que els noms de les visibilitats no siguin ambigus referencialment.

Acoblament entre model i realitat. Per tal que la comunicació sigui possible des de la realitat cal conèixer com s'ha modelitzat cada associació.

Un nom pel model comunicatiu. En el que segueix, ens referirem a aquest model comunicatiu com a $model_{assoc}^{comm}$.

6.2.2 Model de treball

La perspectiva del disseny. Des del disseny, una *visibilitat* és la potencialitat de coneixement i accés; una *visibilitat* és la potencialitat de comunicació o col·laboració. La realització d'una *visibilitat* és un *enllaç dirigit*; i aquest és un canal de transmissió de missatges.

Model d'una associació. Des de la perspectiva del disseny un enllaç dirigit és el model d'un conjunt d'enllaços, i per tant la demodelització d'un enllaç dirigit no és una demodelització única. En el nivell de les abstraccions tenim que una *visibilitat* és el model d'una *associació*:

$$model(assoc) = vis$$

Nom d'una associació. La comunicació de les abstraccions requereix que el nom d'una associació sigui el nom de la visibilitat corresponent:

$$nom(assoc:A_1-A_2) = nom(vis:B_1 \rightarrow B_2^*)$$

Un nom pel model de treball. En el que segueix, ens referirem a aquest model de treball com a $model_{assoc}^{treball}$.

Model no coherent. La manca de demodelització única de les visibilitats fa que el model $model_{assoc}^{treball}$ sigui un model no coherent.

6.3 Comunicació o treball

6.3.1 Necessitat i voluntat

Utilitat dels dos models. El model comunicatiu $model_{assoc}^{comm}$ és útil de cara a la comunicació; però de cara a dissenyar les col·laboracions ens sentim molt més còmodes amb el model de treball $model_{assoc}^{treball}$.

Pilars bàsics de la col·laboració entre objectes. El mecanisme de col·laboració entre objectes que hem presentat és un mecanisme simple i homogeni que recolza en els conceptes de *visibilitat* i *enllaços dirigits*.

Avantatges del mecanisme de col·laboració. El mecanisme de col·laboració, tal com l'hem presentat, té força avantatges. Per exemple, la presència dels enllaços dirigits generalitzats permet simplificar el disseny gràcies al fet que un mateix missatge pot tenir múltiples destinataris.

Dificultats del canvi. Pretendre eliminar els pilars bàsics del mecanisme de comunicació es presenta com una tasca feixuga i de la qual no en podem assegurar l'èxit: caldria definir un nou mecanisme de col·laboració; caldria expressar aquest mecanisme en termes de potencialitat i realitzacions; caldria definir l'impacte del mecanisme en MComp; caldria redefinir el model d'una associació; etc.

La col·laboració com a eix fonamental. Tal com hem plantejat el disseny, la visió preponderant és la de les col·laboracions: l'objectiu del disseny és definir un conjunt de col·laboracions que compleixin amb el contracte de l'especificació. Per tant, un mecanisme simple i homogeni, com el dels enllaços dirigits i les visibilitats, que permeti expressar còmodament les col·laboracions té un valor gens menyspreable.

Premissa inalterable. El reconeixement de la col·laboració com l'eix fonamental del treball del dissenyador ens exigeix disposar d'un mecanisme simple i homogeni, com el dels enllaços dirigits i les visibilitats, que permeti expressar còmodament les col·laboracions. Si ja disposem d'un mecanisme amb aquestes característiques, perquè en volem construir un altre? I més quan aquest nou mecanisme pinta com a força més complex?⁵⁵ Per tant, hem d'aferrar-nos a la premissa que volem mantenir la perspectiva del disseny; volem mantenir $model_{assoc}^{treball}$.

Una paradoxa que cal resoldre. Volem mantenir el mecanisme de col·laboració tal i com l'hem presentat. I per tant volem continuar tenint els conceptes *visibilitat* i *enllaços dirigits*. Però aquests conceptes no ens serveixen de cara a la comunicació. Per comunicar necessitem treballar amb $model_{assoc}^{comm}$.

⁵⁵De partida, el model d'una associació és el producte d'una visibilitat i un component: l'estructura és més complexa, i la comprensió de la semàntica de l'estructura és, si més no, un xic fosca o forçada. I sobre aquesta base hem de construir un nou mecanisme comunicatiu!

(18)

La paradoxa dels dos models

- Volem el model de treball: $model_{assoc}^{treball}$
- Necessitem el model comunicatiu: $model_{assoc}^{comm}$

6.3.2 Un bon joc de mans

[?]

(8) Podem comunicar els enllaços sense necessitat d'acoblar l'especificació al disseny?

L'arrel del problema. L'acoblament entre l'especificació i el disseny és perquè el model comunicatiu exigeix que els enllaços coneguin la visibilitat que forma part del seu model.

Cami per intentar una solució. La qüestió es: podem donar nom als enllaços sense ser conscients que coneixem la visibilitat corresponent? O millor encara, podem comunicar al model el nom d'una visibilitat sense que coneguem aquesta visibilitat? Això és el que pretenem en el que segueix.

Coneixement segur. Donada una associació $assoc:A_1-A_2$ sabem que en el model tindrem la visibilitat $vis:B_1 \rightarrow B_2^*$ o bé la visibilitat $vis':B_2 \rightarrow B_1^*$.⁵⁶ Però des de la realitat no sabem, ni volem saber, quina de les dues visibilitats possibles és la que tenim.

Traspàs de responsabilitats. Per solucionar el problema de l'acoblament entre especificació i decisions de disseny, el que farem serà comunicar al disseny tota la informació, per excés, que aquest pugui necessitar, i deixar que sigui el propi disseny qui decideixi quina de la informació comunicada utilitza, i com la utilitza.

Aplicació del traspàs de responsabilitats. Si seguim la política del traspàs de responsabilitats, en el moment de comunicar un enllaç comunicarem les dues visibilitats possibles. Serà el disseny qui, coneixedor de quina de les dues visibilitats realment té, usará la informació necessària per a interpretar el nom comunicat.

L'origen dels noms. La conclusió 7, pàgina 20, ens diu que els noms de la realitat són els oferts pel model.

⁵⁶En l'apartat 7.1. Més d'una visibilitat per associació, pàgina 49, analitzem el cas en què el model té ambdues visibilitats.

La part en el lloc del tot. El que fem ara és exigir que el model, pel que fa a les associacions, ofereixi, no el *nom de l'associació*, sinó només el nom d'una part d'aquesta: el *nom de la visibilitat*. És a dir, *usem la part per anomenar el tot*; usem $nom(vis:B_1 \rightarrow B_2^*)$ en el lloc de $nom(assoc:A_1-A_2) = nom(vis:B_1 \rightarrow B_2^* \times B_2)$.

Nom ofert pel model. Donada una associació $assoc:A_1-A_2$ el model ens ofereix el seu nom parcial; és a dir, el nom d'una visibilitat $vis:B_i \rightarrow B_j^*$ on el parell $\langle B_i, B_j \rangle$ és o bé el parell $\langle B_1, B_2 \rangle$, o bé el parell $\langle B_2, B_1 \rangle$.

Desconeixement des de la realitat. Des de la realitat desconeixem totalment el sentit de la visibilitat. I per tant ens limitem a parlar de $nom(vis)$, sense indicar ni l'origen ni la destinació d'aquesta, que ens són del tot desconeguts.

Construcció del nom d'un enllaç. Donat un enllaç $a_1:A_1-a_2:A_2$ qualsevol ara tenim tot el coneixement per escriure'n el seu nom com $nom = \langle x, y, z, t, u \rangle$, on cada element del tuple és l'expressat en l'observació 7, pàgina 24.

Interpretació en el model. En el model coneixem el sentit de la visibilitat expressada amb el nom $nom(vis) = x$. En el cas que la visibilitat sigui $B_1 \rightarrow B_2^*$ llavors l'associació que ens estan comunicant és la de nom $\langle x, y \rangle$; en el cas que la visibilitat sigui $B_2 \rightarrow B_1^*$ llavors l'associació que ens estan comunicant és la de nom $\langle x, t \rangle$.⁵⁷

Hem desacoblat l'especificació del disseny. Per tant, podem construir el nom dels enllaços sense cap mena de coneixement de com es modelitza l'associació pertinent. N'hi ha prou en què el model ens doni el nom d'una visibilitat per a cada associació de la realitat.

Una mentida útil. A efectes pràctics, i mnemotècnics, podem considerar que el model d'una associació és una visibilitat; i que el nom de l'associació i el de la visibilitat coincideixen. Llavors:

$$L_{assoc:A_1-A_2}^m = L_{vis}^m = \{nom(vis)\} \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m.$$

On està la trampa. El joc de mans funciona perquè:

- *Desconeixement del sentit de la visibilitat.* La visibilitat vis sabem que existeix, però en desconeixem la seva orientació
- *Excés d'informació.* Marquem tant l'origen com la destinació de la visibilitat. D'aquesta manera el model disposa de tota la informació necessària per a la interpretació

⁵⁷El cas que el model tingui tant la visibilitat $B_1 \rightarrow B_2^*$ com la visibilitat $B_2 \rightarrow B_1^*$, el tractem en l'apartat 7.1.Més d'una visibilitat per associació, pàgina 49.

Exemple 9 (Una mentida útil) *La teoria de la relativitat és universalment acceptada. Tot i així, en els càlculs quotidians usem la dinàmica clàssica ($x = v.t$), tot i ser conscients que es tracta d'una teoria errònia.*

Passa però que la dinàmica clàssica és molt més simple, i els resultats que dóna són molt propers als correctes, almenys en les circumstàncies més habituals.

Una cosa similar passa amb les associacions i els seus models. Podem abusar del llenguatge i dir que el model d'una associació és una visibilitat sempre i quan tinguem present que els enllaços dirigits no són el model d'UN enllaç. L'ús de la visibilitat com a model de l'associació, tot i no ser correcte, ens facilita força la tasca.

6.4 Model de treball comunicable

La posada en escena. En aquest apartat presentem en forma de resum els elements que ens permeten compaginar la necessitat del model comunicable, i la voluntat del model de treball.

6.4.1 La tramoia

El model principal. A tots els efectes podem considerar com el nostre model el model de treball $model_{assoc}^{treball}$.

La perspectiva del disseny.⁵⁸ Des del disseny, una *visibilitat* és la potencialitat de coneixement i accés; una *visibilitat* és la potencialitat de comunicació o col·laboració. La realització d'una *visibilitat* és un *enllaç dirigit*; i aquest és un canal de transmissió de missatges.

La visibilitat en el model. La visibilitat és un element col·laboratiu;⁵⁹ el seu “domini” és el disseny. Des del disseny una visibilitat la podem veure com el model d'una associació.

Enllaç dirigit. Un enllaç dirigit és la realització d'una visibilitat. Per tant és un element col·laboratiu; el seu “domini” és el disseny, i no té sentit en la realitat.

Multiavaluació. La multiavaluació d'un enllaç dirigit és un tret propi del disseny; en la realitat els enllaços sempre són $1 - 1$.

⁵⁸Aquest paràgraf és repetició del paràgraf del mateix nom de la pàgina 36. El repetim amb l'objectiu de tenir tots els elements necessaris junts.

⁵⁹Podríem parlar d'element comunicatiu, en el sentit que defineix les potencialitats de comunicació entre els elements del disseny. Però l'epítet *comunicatiu* ens podria fer pensar en el model $model_{assoc}^{comm}$. Per aquest motiu hem usat el terme *element col·laboratiu*.

Semàntica d'un enllaç dirigit. Donat un enllaç dirigit $b_1 : B_1 \rightarrow B_2^*$ qualsevol, realització de la visibilitat $vis : B_1 \rightarrow B_2$, el que ens diu és que l'objecte $b_1 : B_1$ pot enviar missatges a tots els objectes realització de B_2 interrelacionats amb $b_1 : B_1$ segons la semàntica de vis .

Semàntica d'un enllaç. Donat un enllaç $a_1 : A_1 - a_2 : A_2$ qualsevol, realització d'una associació $assoc : A_1 - A_2$, el que ens diu és que les realitzacions $a_1 : A_1$ i $a_2 : A_2$ tenen un determinat lligam en virtut de la semàntica d' $assoc$.

Desconeixement volgut. Volem poder realitzar la comunicació dels enllaços i els seus models, però sense tenir constància de quin és exactament el model d'un enllaç.

Necessitats comunicatives dels enllaços, dirigits o no. Per tant, en la comunicació, el que volem expressar és que:

- *Des del model.* Un determinat objecte és accessible des d'un altre segons el mecanisme permès per una determinada visibilitat
- *Des de la realitat.* Dues realitzacions determinades estan lligades (enllaçades) en virtut d'una determinada associació

6.4.2 Comunicació des del model

Semàntica del model comunicatiu d'un enllaç. El model comunicatiu de l'enllaç,⁶⁰ és el parell format per l'enllaç dirigit $b_1 : B_1 \rightarrow B_2^*$, realització de la visibilitat $vis : B_1 \rightarrow B_2^*$, i l'objecte $b_2 : B_2$. El model d'un enllaç ens diu que mitjançant l'enllaç dirigit que és realització de la visibilitat $vis : B_1 \rightarrow B_2^*$ i que té el seu origen en l'objecte $b_1 : B_1$, podem enviar un missatge a l'objecte $b_2 : B_2$ (entre d'altres).

Llenguatge de comunicació. La comunicació exigeix expressar el fet que en el context de la visibilitat $vis : B_1 \rightarrow B_2^*$ l'objecte $b_1 : B_1$ pot enviar missatges a l'objecte $b_2 : B_2$. Per tant podríem considerar el següent llenguatge com a llenguatge de comunicació:

$$L_{model(assoc:A_1-A_2)}^m = \{ nom(B_1 \rightarrow B_2^*) \} \times L_{B_1} \times L_{B_2}$$

Coneixement des del model. En el model coneixem la visibilitat concreta que correspon a l'associació $assoc : A_1 - A_2$.

Construcció del missatge des del model. El coneixement que el model té de la visibilitat concreta que correspon a l'associació $assoc : A_1 - A_2$, li permet construir el nom pertinent de $L_{model(assoc:A_1-A_2)}^m$ sense problemes.

⁶⁰Per model comunicatiu entenem el que li correspon a $model_{assoc}^{comm}$.

Desconeixement des de la realitat. Des de la realitat desconeixem (i volem explícitament desconèixer) quina és la visibilitat emprada en modelitzar l'associació $assoc:A_1-A_2$. Si bé és cert que coneixem el nom **vis** d'aquesta visibilitat, desconeixem quin component n'és l'origen i quin component n'és la destinació.

Problemes per interpretar el nom des de la realitat. El desconeixement que té la realitat de quina és la visibilitat concreta que anomenem **vis** li impossibilita interpretar el nom de $L^m_{model(assoc:A_1-A_2)}$ rebut. En concret desconeix quin és el context en el que s'han d'interpretar els elements del nom comunicat.

Exemple 10 (Desconeixement des de la realitat)

*Quan la realitat rep un nom de $L^m_{model(assoc:A_1-A_2)}$ el veu com la terna $\langle nom(vis), nom(b_i:B_i), nom(b_j:B_j) \rangle$. Però no sap si **vis** és la visibilitat $B_1 \rightarrow B_2$, o bé la visibilitat $B_2 \rightarrow B_1$.*

*Si **vis** és la visibilitat $B_1 \rightarrow B_2$ llavors la primera realització de les enllaçades s'ha d'interpretar en el context de A_1 , i la segona realització en el context de A_2 . Si **vis** és la visibilitat $B_2 \rightarrow B_1$ llavors la primera realització de les enllaçades s'ha d'interpretar en el context de A_2 , i la segona realització en el context de A_1 . Però la realitat desconeix quin és el cas correcte!*

La maleta plena. Per tal de permetre que la realitat pugui interpretar el nom comunicat sense problemes, cal que li comuniquem el context de cada nom. D'aquí que el model es veu obligat a omplir la maleta per traspasar la frontera d'ambdós mons amb més del que a ell li caldria; en concret, usará el llenguatge de comunicació marcat a tots els nivells:

$$L^m_{model(assoc:A_1-A_2)} = \{ nom(B_1 \rightarrow B_2^*) \} \times L^m_{B_1} \times L^m_{B_2}$$

Il·lusionisme. Si considerem el criteri (que sabem erroni si considerem el model comunicatiu $model^{comm}_{assoc}$) que el model d'una associació és una visibilitat, llavors tenim:

$$nom(assoc:A_1-A_2) = nom(vis) = \mathbf{vis}$$

Interpretació des de la realitat. En rebre la comunicació, la realitat la interpreta de la manera desitjada, gràcies a les arts de l'il·lusionisme. La realitat rep el nom de dues realitzacions de conceptes, que pot interpretar sense problemes, perquè cada realització va acompanyada del nom del concepte que li correspon. A més també rep el nom d'un context, que la realitat interpreta com el nom d'una associació. Per tant la realitat interpreta que li estem comunicant l'enllaç que en virtut d'una determinada associació hi ha en entre dues realitzacions concretes.

La il·lusió no enganya. Segons el model comunicatiu $model_{assoc}^{comm}$, la interpretació correcta del nom rebut és la vista en l'apartat 5.4.2. Interpretació de nom en la realitat, pàgina 26. Curiosament⁶¹ la interpretació correcta coincideix amb la interpretació del nom donada aquí. Tot i usar el model de treball $model_{assoc}^{treball}$, i gràcies a certa redundància en la comunicació, aconseguim un comportament comunicatiu idèntic al del model comunicatiu $model_{assoc}^{comm}$.

Exemple 11 (Comunicació des del model) *En el model disposem d'una visibilitat $Caminada \rightarrow Etapa^*$, de nom formada, que expressa les etapes de què consta cada Caminada. Una de les etapes de la caminada de nom Cingles-d'en-Bertí és l'etapa de nom Puig-Graciós.*

El model vol comunicar a la realitat la possibilitat d'enviar un missatge des de Cingles-d'en-Bertí a Puig-Graciós mitjançant un enllaç dirigit de la visibilitat $Caminada \rightarrow Etapa^$. Per fer-ho usa el següent nom:*

$\langle formada, \text{nom}(Caminada), \text{Cingles-d'en-Bertí}, \text{nom}(Etapa), \text{Puig-Graciós} \rangle$

Cal observar que $\text{nom}(Caminada)$ i $\text{nom}(Etapa)$ són els noms dels components corresponents.

Des del disseny aquest nom ens diu que la caminada de nom Cingles-d'en-Bertí⁶² i l'etapa de nom Puig-Graciós⁶³ estan lligades a través d'un enllaç dirigit de la visibilitat de nom formada.

Des de la realitat aquest nom s'interpreta com que entre la realització Cingles-d'en-Bertí del concepte Caminada i la realització Puig-Graciós del concepte Etapa hi ha un enllaç que és realització de l'associació de nom formada.

La comunicació des del model és possible. En conclusió, el model pot comunicar el model d'un enllaç a la realitat, sense que aquesta ni tant sols sigui conscient de quin és aquest model. El model es limita a comunicar la possibilitat de transmissió de missatges a través d'un enllaç dirigit; i la realitat ho interpreta com que se li comunica un enllaç determinat.

6.4.3 Comunicació des de la realitat

Llenguatge de comunicació. La comunicació exigeix expressar el fet que en el context de l'associació $assoc:A_1-A_2$ les realitzacions $a_1:A_1$ i $a_2:A_2$ estan enllaçades. Per tant podríem considerar el següent llenguatge:

⁶¹Bé, de curiosament res. Això és el que hem estat cercant. Tota la tramoia i tot l'il·lusionisme anava en aquest sentit.

⁶²Observeu com s'usa el context *Caminada* per interpretar el nom *Cingles-d'en-Bertí*.

⁶³Observeu com s'usa el context *Etapa* per interpretar el nom *Puig-Graciós*.

$$L_{assoc:A_1-A_2}^m = \{ nom(assoc:A_1-A_2) \} \times L_{B_1} \times L_{B_2}^{64}$$

Coneixement des de la realitat. En la realitat coneixem l'associació de la qual en volem comunicar un enllaç.

Dues possibilitats per a la construcció del missatge des de la realitat. En la realitat les l'associacions es poden expressar com a productes cartesianes no ordenats. Per tant l'associació *assoc*, es pot expressar tant com *assoc:A₁-A₂* o com *assoc:A₂-A₁*. Des de la realitat qualsevol de les dues expressions és vàlida.

Només una possibilitat és la correcta. Per tal que la comunicació sigui possible cal que $L_{assoc:A_1-A_2}^m = L_{model(assoc:A_1-A_2)}^m$. De les dues possibilitats d'expressar *assoc* només una compleix aquesta condició.

Problemes per construir el missatge des de la realitat. La realitat té dos maneres de construir el nom a comunicar, però només una és vàlida. El problema és que la realitat desconex quina de les dues possibilitats és la correcta.

Llenguatges amb context. La no ordenació dels conceptes involucrats en una associació porta problemes a l'hora d'expressar el nom d'un enllaç. Per evitar aquests problemes interpretatius, cada nom el comunicarem juntament amb el seu context d'interpretació. Així el llenguatge que usarem és:

$$L_{assoc:A_1-A_2}^m = \{ nom(assoc:A_1-A_2) \} \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$$

Ordre i desordre. El marcatge dels llenguatges involucrats permet que la realitat interpreti correctament el nom que ha construït, però no sembla que eviti els problemes comunicatius. Fixem-nos que el nom del model d'un enllaç és un tuple ordenat de noms. Però l'ordre concret d'aquest tuple només el coneix el model; des de la realitat l'ordre és del tot desconegut.

Vareta màgica que tot ho ordena. Com podem comunicar un enllaç de la realitat al model, si no sabem en quin ordre hem de construir el nom? Aquí és on novament la vareta màgica del nostre il·lusionista haurà de fer el seu paper.

Desconeixement des de la realitat. Des de la realitat desconexim (i volem explícitament desconèixer) quina és la visibilitat emprada en modelitzar l'associació *assoc:A₁-A₂*. Tanmateix el model ens ofereix el seu nom: *vis*.

⁶⁴Estem assumint que el model B_i de cada concepte A_i és un model comunicable; i que per tant $L_{A_i} = L_{B_i}$.

El que ens diu la il·lusió. El joc de miralls del geni de l'il·lusionisme ens ha portat a creure en la visibilitat com el model d'una associació, i per tant a creure que comparteixen el mateix nom. Sota aquesta il·lusió tenim que:

$$L_{assoc:A_1-A_2}^m = L_{model(assoc:A_1-A_2)}^m = \{ nom(B_1 \rightarrow B_2^*) \} \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$$

Interpretació des del model. En rebre la comunicació el model la interpreta de la manera desitjada, gràcies a les arts de l'il·lusionisme. El model rep el nom de dos objectes, que pot interpretar sense problemes, perquè cada objecte va acompanyat del nom del component del qual n'és una realització. A més també rep el nom d'un context, que el model interpreta com el nom d'una visibilitat. Per tant el model interpreta que li estem comunicant la possibilitat d'enviar un missatge d'un objecte a un altre a través d'un enllaç dirigit que és la realització de determinada visibilitat.

La il·lusió no enganya. Segons el model comunicatiu $model_{assoc}^{comm}$, la interpretació correcta del nom rebut és la vista en l'apartat 5.4.3. Interpretació de nom en el model, pàgina 27. Curiosament⁶⁵ la interpretació correcta coincideix amb la interpretació del nom donada aquí. Tot i usar el model de treball $model_{assoc}^{treball}$, aconseguim un comportament comunicatiu idèntic al del model comunicatiu $model_{assoc}^{comm}$.

Ep!! I què passa amb l'ordre?. Per tal que la interpretació en el model $model_{assoc}^{treball}$ coincideixi amb la interpretació en el model $model_{assoc}^{comm}$, cal que en el model $model_{assoc}^{treball}$ el nom rebut tingui l'ordre correcte. Però des de la realitat ens han enviat el nom sense cap ordre significatiu!!

Alehop! Reordenació a la de tres. El nom de la visibilitat és correcte: de fet és el model qui l'ha ofert a la realitat. També sabem que els components involucrats són els contextos on hem d'interpretar els dos objectes comunicats. A més hem assumit que cada associació es modelitza amb exactament una visibilitat.⁶⁶ Llavors n'hi ha prou en comprovar si en el model el que tenim és la visibilitat $vis:B_1 \rightarrow B_2^*$ o bé la visibilitat $vis:B_1 \rightarrow B_1^*$. I tot seguit reordenar el nom rebut per tal de poder-ne fer la interpretació.

No ambigüitat en el nom de la visibilitat. Cal observar com el nom vis defineix el context d'interpretació. Conseqüentment és un nom de L_{Abs} , i per tant no és ambigu referencialment.

Importància de la no ambigüitat. Aquesta no ambigüitat referencial és essencial pel nostre il·lusionista. Hem de pensar que en el miratge per ell provocat veiem una visibilitat com el model d'una associació, i per tant el nom de la visibilitat és el nom de l'associació. Si el nom d'una visibilitat fos ambigu referencialment, també ho seria el nom de les associacions, i la comunicació deixaria de ser perfecta.

⁶⁵Bé, de curiosament res. Això és el que hem estat cercant. Tota la tramoia i tot l'il·lusionisme anava en aquest sentit.

⁶⁶Si estem pensant en el model $model_{assoc}^{comm}$, llavors el que tenim és que el model d'una associació és únic, i que aquest conté exactament una visibilitat.

Excursió. (Ambigüitat de la visibilitat a $model_{assoc}^{comm}$)

En el model comunicatiu es compleix que $nom(model(assoc:A1-A2)) = nom((vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2)$.

Si no expressem el nom d'un producte com el producte de noms, en principi podríem pensar en la possibilitat de tenir visibilitats amb noms ambigus. L'únic que hauríem d'assegurar és que $nom((vis:B_1 \rightarrow B_2^*) \times B_2)$ no ho fos.

Malgrat tot, la conclusió 17, pàgina 34, que expressa les condicions necessàries per tal que el llenguatge estratificat definit a l'apartat 4.4.2. **Definició. Llenguatge estratificat (aproximació 2)**, pàgina 22, sigui útil com a llenguatge de comunicació, exigeix la no ambigüitat dels noms de les visibilitats. Concretament aquesta és una necessitat per aconseguir que el llenguatge estratificat tingui la propietat del *Referent únic*.

Exemple 12 (Comunicació des de la realitat) *En la realitat tenim un concepte Caminada i un concepte Etapa associats amb una associació $M - N$ de nom formada, que indica les etapes de què consta cada Caminada. Una de les etapes de la caminada de nom Cingles-d'en-Bertí és l'etapa de nom Puig-Graciós.*

El nom de l'associació sabem que és el nom d'una visibilitat; però no sabem de quina.

La realitat vol comunicar al model l'existència d'un enllaç que lliga Cingles-d'en-Bertí i Puig-Graciós, que és una realització de l'associació de nom formada. Per fer-ho usa el següent nom:

$\langle formada, nom(Etapa), Puig-Graciós, nom(Caminada),$
 $Cingles-d'en-Bertí, \rangle$

Cal observar que $nom(Caminada)$ i $nom(Etapa)$ són els noms dels components que modelitzen els conceptes corresponents.

Des de la realitat aquest nom ens diu que la caminada de nom Cingles-d'en-Bertí⁶⁷ i l'etapa de nom Puig-Graciós⁶⁸ estan lligades a través d'un enllaç de l'associació de nom formada.

Des del model observem que amb el nom formada hi ha una visibilitat $Caminada \rightarrow Etapa^$. Per tant sabem que hem de reordenar el nom rebut de tal manera que en primer lloc tinguem el nom de l'objecte realització de l'origen de la visibilitat (és a dir, Caminada), i en l'últim lloc tinguem el nom de l'objecte realització de la destinació de la visibilitat (és a dir, Etapa).*

Un cop feta la reordenació, el model interpreta el nom rebut com que des de la realització Cingles-d'en-Bertí del component Caminada es pot enviar un missatge a la realització Puig-Graciós del component Etapa, a través d'un enllaç dirigit que és una realització de la visibilitat de nom formada.

⁶⁷Observeu com s'usa el context Caminada per interpretar el nom Cingles-d'en-Bertí.

⁶⁸Observeu com s'usa el context Etapa per interpretar el nom Puig-Graciós.

La comunicació des de la realitat és possible. En conclusió, la realitat pot comunicar un enllaç al model, sense necessitat de tenir coneixement ni de quin és el model de l'enllaç, ni de quina visibilitat forma part del model de l'associació pertinent. La realitat comunica l'enllaç, i des del model s'interpreta com la possibilitat de transmissió de missatges a través d'un enllaç dirigit.

6.4.4 El model de treball permet la comunicació

Podem usar el model de treball

Sota determinades condicions, podem usar que el model d'una associació és una visibilitat, sense que es produeixin problemes comunicatius:

$$model(assoc) = vis$$

(19)

Condicions per mantenir $model(assoc) = vis$

Podem treballar amb la ficció que el model d'una associació $assoc:A_1-A_2$ és una visibilitat sempre i quan:

- Com a llenguatge de comunicació usem el llenguatge $\{nom(vis)\} \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$
- El nom $nom(vis)$ d'una visibilitat no té ambigüitat referencial a $MODEL_{Abs}$

(20)

Avantatges de la proposta. En usar una visibilitat com a model d'una associació, tal com proposa la conclusió 19 sota les condicions de la conclusió 20, aconseguim els següents avantatges:

- *Mantenim els mecanismes de col·laboració.* A tots els efectes treballem amb el model de treball $model_{assoc}^{treball}$, molt més simple de comprendre i manipular que el model comunicatiu $model_{assoc}^{comm}$. Per tant, els mecanismes de col·laboració (visibilitat, enllaços dirigits, etc.) es mantenen inalterats.
- *Ocultem els tecnicismes comunicatius.* Les exigències de la comunicació perfecta són les que ens havien portat a bandejar el model de treball $model_{assoc}^{treball}$, i a introduir el model comunicatiu $model_{assoc}^{comm}$. La proposta que fem a la conclusió 19, permet obviar totes les complicacions del model comunicatiu: són els mecanismes interns d'interpretació en cada món els qui se'n preocuparan, de manera del tot transparent.
- *La realitat desconeix les visibilitats.* Des de la realitat desconeixem quina és la visibilitat emprada per modelitzar una determinada associació. N'hi ha prou en què en conegui el nom, que coincideix amb el nom de l'associació.

Especificació desacoblada del disseny

L'ús de la proposta de la conclusió 19, pàgina 47, sota les condicions de la conclusió 20, pàgina 47, permet desacoblar l'especificació del disseny

(21)

Condicions exigides. Les condicions expressades a la conclusió 20, pàgina 47, són condicions que ja teníem. La primera condició ens diu que per a la comunicació cal usar el *llenguatge estratificat*, tal com s'expressa en la conclusió 15, pàgina 23. Sabem, però, que l'ús del *llenguatge estratificat* com a llenguatge de comunicació exigeix complir amb les condicions expressades en la conclusió 17, pàgina 34. D'aquestes tres condicions aquí sembla que només n'exigim una: la no ambigüitat de la visibilitat.

Condicions necessàries extraviades. Sabem que per tal que la comunicació sigui possible emprant el llenguatge estratificat cal exigir *la coherència i la descomposició de noms*.⁶⁹ Però en la proposta “màgica” expressada en la conclusió 19, pàgina 47, no sembla que les exigim pas. S'han extraviat pel camí?

A la recerca de les condicions perdudes. La proposta “màgica” expressada en la conclusió 19, pàgina 47, es basa en la idea de comunicar tota la informació disponible, encara que des del nostre món sembli innecessària i redundant. Un cop rebut el missatge des del món receptor podem seleccionar els fragments de la informació rebuda per tal de poder interpretar correctament el missatge. És justament aquesta interpretació la que exigeix les condicions extraviades: *la coherència i la descomposició de noms*.⁷⁰

Condicions existents però ocultes. Les condicions expressades en la conclusió 20, pàgina 47, expliciten les condicions que cal assegurar en la construcció del model. Les condicions expressades en la conclusió 17, pàgina 34, són les condicions que cal manipular internament per tal d'assegurar la correcta interpretació en cada món. Són condicions internes que podem considerar com a ocultes.

Un nou avantatge del model de treball. L'ús del model de treball $model_{assoc}^{treball}$, tal com proposa la conclusió 19, pàgina 47, té l'efecte positiu d'ocultar les condicions exigides sobre els noms de les associacions i dels seus models (en termes del model comunicatiu $model_{assoc}^{comm}$). El resultat és que modelitzar és molt més senzill.

⁶⁹La terminologia és l'emprada en la conclusió 17, pàgina 34.

⁷⁰La terminologia és l'emprada en la conclusió 17, pàgina 34.

7 Relaxació de les hipòtesis de treball

Supressió de les restriccions. Tota l'anàlisi feta sobre com comunicar els enllaços s'ha fet sota la hipòtesi expressada en l'observació 2, pàgina 6, és a dir, que les associacions presents en la realitat eren associacions binàries $M - N$, i que en la modelització d'una associació només hi participa una visibilitat. Anem ara a analitzar la situació quan es suprimeixen aquestes restriccions.

7.1 Més d'una visibilitat per associació

El problema de les associacions. En usar l'estratègia presentada per a la construcció d'un model i un llenguatge estratificat⁷¹ les associacions presenten un problema: tota associació⁷² pot modelitzar-se de tres maneres diferents: amb la visibilitat cap a una banda, amb la visibilitat inversa, o amb ambdues visibilitats.

El cas d'una sola visibilitat. En el cas que l'associació es modelitzi només amb una de les dues visibilitats possibles, el problema desapareix. Des de la realitat desconeixem quina és la visibilitat emprada en el model per a modelitzar-nos, però sabem que és única. Per tant podem usar el nom de l'associació sense problemes. Anàlogament, des del model podem usar el nom de la visibilitat sense problemes, de cara a la comunicació. Per tant podem continuar construint el llenguatge L_{Abs} com fins ara:⁷³ els noms del model segueixen els principis de la *Franquícia* i de la *Franquícia obligada*.

El cas de doble visibilitat. En el cas que l'associació es modelitzi simultàniament amb les dues visibilitats possibles és quan apareix el problema. En aquest cas el model de les abstraccions no és coherent; en concret, la modelització no és unívoca.

Consistència de les visibilitats. El model és responsable d'assegurar la consistència de les visibilitats. És a dir, en el cas que una associació es modelitzi amb més d'una visibilitat, llavors per a modelitzar un enllaç cal emprar exactament un enllaç dirigit per cadascuna de les visibilitats considerades.

Exemple 13 (Consistència de les visibilitats)

Una Empresa contracta diferents Empleats. En el MC ho expresseu amb una associació contractació:Empresa-Empleats, 1-N.

En el model hem decidit que una Empresa vol tenir constància dels Empleats contractats, però també que un Empleat vol saber qui l'ha contractat. Per això usem dues visibilitats d'emmagatzematge: contractats: Empresa → Empleat i quiEmPaga: Empleat → Empresa.*

⁷¹Vegeu [Mer12d].

⁷²Per simplificar considerem només el cas binari.

⁷³Vegeu l'apartat [Mer12d], apartat 6. Model estratificat infinit comunicable, pàgina 23.

Observem com ambdues visibilitats són el model de l'associació contractació. Per tant, **contractats** és una visibilitat multiavaluada, i **quiEmpaga** és una visibilitat monoavaluada.

Sembla força raonable pensar que si un determinat $t:\text{Empleat}$ és contractat per una $e:\text{Empresa}$ llavors necessàriament qui paga a t és precisament e . És a dir, que si t pertany a la destinació de l'enllaç dirigit $e \rightarrow \text{Empleat}^*$, llavors ha d'existir l'enllaç dirigit $t \rightarrow e$.

La inversa també sembla raonable: si e és qui paga a t llavors és que l'ha contractat. És a dir, si existeix l'enllaç dirigit $t \rightarrow e$, llavors t ha de pertànyer a la destinació de l'enllaç dirigit $e \rightarrow \text{Empleat}^*$.

El principi de la Consistència de les visibilitats converteix aquests raonaments en necessitat. I per tant impedeix les situacions que semànticament es presenten raonablement com a errònies. Veiem com funciona.

Anem al MC, i considerem l'enllaç $e:\text{Empresa}-t:\text{Empleat}$ de l'associació contractació. Sabem que aquesta associació té dos models: la visibilitat **contractats** i la visibilitat **quiEmpaga**. El principi de la Consistència de les visibilitats exigeix que l'enllaç $e:\text{Empresa}-t:\text{Empleat}$ es modelitzi amb exactament dos enllaços dirigits, un per cada visibilitat. Per tant, $\text{model}(e-t) = \{e \rightarrow \text{Empleat}^*, t \rightarrow e\}$, on t pertany a la destinació de l'enllaç dirigit $e \rightarrow \text{Empleat}^*$.

Exemple 14 (Consistència i associacions derivades)

Un altre cas on s'aplica el principi de la Consistència de les visibilitats és en les associacions derivades.

Un Client genera múltiples Albarans; cada Albarà conté diferents Productes. Tot Client compra diferents Productes a través dels seus albarans. Per tant, en el MC, tindrem: genera: Client–Albarà, conté: Albarà–Producte, i compra: Client–Producte. Les tres associacions però no són independents. De fet tenim que compra = genera \circ conté. En aquests casos diem que compra és una associació derivada.

En el model decidim materialitzar l'associació derivada. Això significa que a part de les visibilitats que modelitzen conté i genera, tindrem visibilitats per a modelitzar compra. Suposem que tenim: genera: Client \rightarrow Albarà*, conté: Albarà \rightarrow Producte*, i compra: Client \rightarrow Producte*. Fixem-nos com aquestes visibilitats no són independents: volem que compra sigui igual a la visibilitat indirecta⁷⁴ Client* \rightarrow Producte* que passa per Albarà.

Suposem els següents enllaços: c-a, a-p, i per tant c-p. Com que l'associació Client–Producte la modelitzem amb dues visibilitats, una directa i una altra indirecta, el principi de la Consistència

⁷⁴Una visibilitat indirecta es defineix com una seqüència de visibilitats enllaçables $A_1 \rightarrow A_2, \dots, A_{n-1} \rightarrow A_n^*$ on totes les visibilitats de la seqüència, a excepció si es vol de la darrera, són monoavaluades. A més cal exigir l'existència d'un enllaç dirigit $a_1:A_1 \rightarrow a_2:A_2, \dots, a_{n-1}:A_{n-1} \rightarrow a_n:A_n^*$ que la relitzi.

de les visibilitats *exigeix que modelitzem aquest enllaç amb dos enllaços dirigits, un directe, i l'altre indirecte. Per a l'enllaç directe cal que p aparegui a la destinació de l'enllaç dirigit $c \rightarrow \text{Producte}^*$. Per a l'enllaç indirecte cal que a aparegui a la destinació de l'enllaç dirigit $c \rightarrow \text{Albarà}^*$, i que p aparegui a la destinació de l'enllaç dirigit $a \rightarrow \text{Producte}^*$.*

Consistència de visibilitats i modelització unívoca. Quan entra en joc el principi de la *Consistència de les visibilitats* les diferents visibilitats que modelitzen una associació⁷⁵ són de fet considerades com un tot. En el cas de les associacions binàries, per exemple, una de les visibilitats no pot viure sense l'altra; un enllaç dirigit no pot existir si no hi ha l'enllaç dirigit simètric. Tot i tenir dues visibilitats, a tots els efectes és com si n'hi hagués una sola (això sí, en doble sentit).

Comunicació resolta. Des de la realitat podem comunicar l'associació sense problemes. El problema comunicatiu que apareixia per la doble modelització, desapareix amb el principi de la *Consistència de les visibilitats*: en la interpretació des del model no hem de fer cap elecció; totes les visibilitats involucrades les tractem com un tot. Al seu torn, des del model tant li fa quina visibilitat comuniquem ja que la *Consistència de les visibilitats* assegura que obtindríem el mateix resultat si en comunicuéssim qualsevol de les altres visibilitats afins.

El principi de la *Consistència de les visibilitats* tracta totes les visibilitats que són el model d'una mateixa associació com a un tot. D'aquesta manera recuperem la unicitat de la modelització i fem possible la comunicació.

(22)

7.2 Associació 1-N

7.2.1 Llenguatge dels enllaços

Llenguatge dels enllaços. En el cas que l'associació $assoc:A_1-A_2$ sigui una associació 1-N, per expressar un enllaç n'hi ha prou en usar el nom de la realització de A_2 involucrada. Per tant en aquest cas el llenguatge dels enllaços de l'associació coincideix amb el llenguatge de A_2 :⁷⁶

$$L_{assoc:A_1^1-A_2} = L_{A_2}$$

Llenguatge dels enllaços en termes del model. Si assumim que $model(A_2) = B_2$ llavors el llenguatge d'una associació 1-N es pot expressar com:

$$L_{assoc:A_1^1-A_2} = L_{B_2}$$

⁷⁵Les associacions n-àries poden modelitzar-se amb múltiples visibilitats, juntament amb l'aparició de nous components; les associacions derivades poden modelitzar-se amb una cadena de visibilitats.

⁷⁶ $assoc : A_1^1 - A_2$ expressa una associació *assoc* entre A_1 i A_2 amb multiplicitat 1-N.

Comunicació dels enllaços. Per tal de comunicar els enllaços en un context més ampli que el de la pròpia associació, caldrà emprar el llenguatge marcat:

$$\begin{aligned} L_{assoc:A_1^1-A_2}^m &= \{ nom(assoc) \} \times L_{B_2}^m \\ &= \{ nom(assoc) \} \times \{ nom(B_2) \} \times L_{B_2} \end{aligned}$$

Exemple 15 (Reducció del producte cartesià) *En l'exemple 3, pàgina 9, l'associació disposen d'hostal és una associació M-N. Els noms dels enllaços que tenim són <Vall Fosca, Pobleta de Bellvei>, <Vall Fosca, Torre de Cabdella> i <Vall Fosca, Molins>.*

En canvi, com que l'associació inici és 1-N, per expressar l'enllaç Vall Fosca-La Pobla de Segur n'hi ha prou en usar <Vall Fosca> dins del context de l'associació inici.

7.2.2 Llenguatge del model d'un enllaç

Associació i visibilitats. Tota associació A_1-A_2 de la realitat que es vulgui modelitzar exigeix que en el model aparegui la visibilitat $B_1 \rightarrow B_2^*$ o bé visibilitat $B_1 \rightarrow B_2^*$.⁷⁷ Una altra cosa és què considerem que és el model de l'associació.

Associació 1 – N i visibilitats. Donada una associació 1 – N entre A_1 i A_2 en el model tindrem la visibilitat $B_1 \rightarrow B_2^*$ o bé visibilitat $B_2 \rightarrow B_1$.

Possible model d'una associació 1 – N. En l'anàlisi de la comunicació de les associacions $M - N$ ⁷⁸ hem vist que el model d'una associació no podia ser una visibilitat perquè en el nivell de realitzacions la demodelització no era única: un enllaç dirigit és el model de molts enllaços. En el cas d'una associació 1 – N, però, la visibilitat monoavaluada pertinent té la propietat que cada enllaç dirigit és el model d'un únic enllaç. Això permet considerar com a model de l'associació la visibilitat monoavaluada pertinent:

$$model(assoc : A_1^1 - A_2) = vis : B_2 \rightarrow B_1$$

Un altre possible model d'una associació 1 – N. L'afirmació que el model d'una associació 1 – N és una visibilitat monoavaluada només té sentit si en el model apareix aquesta visibilitat. Res però impedeix que enlloc de la visibilitat $B_2 \rightarrow B_1$ en el model s'empri la visibilitat $B_1 \rightarrow B_2^*$. En aquest cas tenim la mateixa problemàtica que teníem amb les associacions $M - N$: un enllaç dirigit és el model de múltiples enllaços.

Llenguatge d'una visibilitat. Recordem que el llenguatge marcat d'una visibilitat és el llenguatge marcat de l'origen d'aquesta visibilitat:

$$L_{vis : B_2 \rightarrow B_1}^m = \{ nom(vis) \} \times L_{B_2}^m$$

⁷⁷Aquí la o no és exclusiva.

⁷⁸Vegeu l'apartat 4.Noms de dels enllaços, dirigits o no, pàgina 7.

Llenguatge del model d'una associació. Si el model d'una associació és una visibilitat (monoavaluada), llavors la comunicació exigeix que els seus llenguatges siguin els mateixos. I en particular també els seus llenguatges marcats:

$$\begin{aligned} model(assoc:A_1^1-A_2) &= vis : B_2 \rightarrow B_1 \Rightarrow \\ \{nom(assoc)\} \times L_{B_2}^m &= \{nom(vis)\} \times L_{B_2}^m \end{aligned}$$

Condicions per a la comunicació. La igualtat dels llenguatges marcats de l'associació i la visibilitat, que exigeix la comunicació perfecta, significa que el nom de l'associació i el de la visibilitat han de ser el mateix:

$$nom(assoc:A_1^1-A_2) = nom(vis : B_2 \rightarrow B_1)$$

Simplicitat de la proposta. Les associacions $M - N$ requereixen un model artificiosos per tal d'assegurar l'estratificació del model i del llenguatge. En canvi per les associacions $1 - N$, sempre i quan en el model hi fem aprèixer la visibilitat monoavaluada corresponent, podem considerar sense problemes que el model d'una associació és aquesta visibilitat monoavaluada, amb el mateix nom que l'associació que modelitza.

Pèrdua d'un grau de llibertat. Per tal de poder usar com a model d'una associació $1 - N$ la visibilitat monoavaluada corresponent restringim les possibilitats de modelització. En concret impedim que en el model l'associació $assoc:A_1^1-A_2$ es modelitzi usant només la visibilitat $B_1 \rightarrow B_2^*$. És a dir, l'aparició en la realitat d'una associació $1 - N$ elimina un dels graus de llibertat que tenim en el disseny: la decisió de l'orientació de les visibilitats emprades.

Acoblament entre model i realitat. La pèrdua de llibertat en la modelització que implica la decisió de modelitzar les associacions $1 - N$ amb la visibilitat monoavaluada pertinent és en el fons un acoblament entre model i realitat. La realitat pot comunicar enllaços de l'associació $1 - N$ usant el llenguatge $nom(assoc:A_1^1-A_2) \times L_{B_2}^m$ sempre i quan estigui convençuda que en el model s'usa la visibilitat $B_2 \rightarrow B_1$; és a dir, la realitat ha de tenir coneixement del model.

Desacoblament entre model i realitat. Per tal d'evitar l'acoblament entre model i realitat, de cara a la comunicació considerarem tota associació $1 - N$ com un cas particular d'associació $M - N$, i per tant el llenguatge de comunicació emprat serà:

$$nom(assoc:A_1^1-A_2) \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m \text{ }^{79}$$

⁷⁹Com hem vist en l'apartat 6.Pràctica i ús del llenguatge estratificat, pàgina 34, el $nom(assoc:A_1^1-A_2)$ és el nom de la visibilitat que ens ofereix el model, tot i que desconexem quina visibilitat és.

7.2.3 Llenguatges i comunicació

Llenguatges involucrats. Considerem els següents llenguatges:

- $L_1 = \text{nom}(\text{assoc}:A_1^1-A_2) \times L_{B_2}^m$
- $L_2 = \text{nom}(\text{assoc}:A_1-A_2) \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$
- $L_3 = \text{nom}(\text{vis}:B_2 \rightarrow B_1) \times L_{B_2}^m$
- $L_4 = \text{nom}(\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2^*) \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$
- $L_5 = \text{nom}(\text{vis}) \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$

Els llenguatges de la realitat. Dins la realitat podem usar el llenguatge L_2 per expressar els enllaços de les diferents associacions. En cas de voler veure les associacions 1 – N com un tipus diferent d'associacions, usarem el llenguatge L_1 pels enllaços de les associacions 1 – N, i L_2 pels enllaços de les associacions $M - N$.

Els llenguatges el model. Dins el model podem usar el llenguatge L_4 per expressar els enllaços dirigits de les visibilitats generalitzades. En cas de voler veure les visibilitats monoavaluades com un tipus de visibilitat diferent de les multiavaluades, usarem L_3 per expressar els enllaços dirigits de les visibilitats monoavaluades, i usarem L_4 per expressar els enllaços dirigits de les visibilitats multiavaluades.

Els llenguatges de la comunicació. Independentment del llenguatge emprat en cada món, la comunicació la realitzarem a través del llenguatge L_5 . En aquest llenguatge $\text{nom}(\text{vis})$ s'interpreta, segons el món, com el nom de l'associació o de la visibilitat.

Exemple 16 (Comunicació d'un enllaç dirigit monoavaluat)

Sigui una visibilitat $\text{vis}:B_1 \rightarrow B_2$. I sigui un enllaç dirigit d'aquesta visibilitat amb origen $b_1:B_1$, i destinació $b_2:B_2$. Si bé en el model el nom d'aquest enllaç és $\text{nom}(\text{enllaç}) = \langle \text{nom}(\text{vis}), \text{nom}(B_1), \text{nom}(b_1) \rangle$, per a la comunicació emprem $\text{nom}(\text{enllaç comunicat}) = \langle \text{nom}(\text{vis}), \text{nom}(B_1), \text{nom}(b_1), \text{nom}(B_2), \text{nom}(b_2) \rangle$.

La realitat rep el nom $\text{nom}(\text{enllaç comunicat})$ i l'ha d'interpretar en termes d'un enllaç. Aquest enllaç ha de ser la realització d'una associació de nom $\text{nom}(\text{vis})$ entre els conceptes de nom $\text{nom}(B_1)$ i $\text{nom}(B_2)$; ⁸⁰ i en concret és la realització en les que hi intervenen les realitzacions de nom $\text{nom}(b_2)$ i $\text{nom}(b_1)$.

Per aconseguir aquesta interpretació cal reconvertir el nom rebut en termes del llenguatge pertinent de la realitat. En cas d'usar L_2 la interpretació és directa. En cas d'usar L_1 la cosa es complica.

Suposem que en la realitat s'usa L_1 per a les associacions 1 – N. Llavors el primer que hem de fer quan la realitat rep un nom és decidir si s'ha d'interpretar usant L_1 o bé L_2 : és a dir, hem de

⁸⁰En la realitat les associacions són simètriques, i per tant l'ordre és indiferent.

decidir si el que ens comuniquen ho hem d'interpretar com un enllaç d'una associació $1-N$ o bé com un enllaç d'una associació $M-N$.

Suposem que hem aconseguit determinar que hem d'usar L_1 . Això significa que el nom rebut té més informació de l'estrictament necessària. Per tant hem de bandejar part del nom rebut. El problema és si hem de bandejar el terme de $L_{B_1}^m$ o el terme de $L_{B_2}^m$; el problema és que com que encara no hem interpretat l'enllaç dirigit comunicat en termes d'un enllaç, i per tant d'una associació, desconeixem quin extrem de l'associació interpretada té multiplicitat 1.⁸¹

Així, tenim dos problemes:

1. La determinació de quin llenguatge de la realitat L_1 o L_2 , cal usar per a interpretar el missatge rebut. Aquest problema és equivalent a determinar la multiplicitat de l'enllaç dirigit comunicat.
2. En el cas d'haver-nos decidit per L_1 , la determinació de quins fragments de la informació rebuda són els que hem de bandejar. Aquest problema és equivalent a determinar quin és l'origen de l'enllaç dirigit comunicat.

Per a resoldre ambdós problemes el que fem és intentar interpretar el missatge emprant totes les possibilitats. En concret, a partir del missatge rebut generem els següents noms:

1. $m_1 = \langle \text{nom}(\text{vis}), \text{nom}(B_1), \text{nom}(b_1), \text{nom}(B_2), \text{nom}(b_2) \rangle$
2. $m_2 = \langle \text{nom}(\text{vis}), \text{nom}(B_1), \text{nom}(b_1) \rangle$
3. $m_3 = \langle \text{nom}(\text{vis}), \text{nom}(B_2), \text{nom}(b_2) \rangle$

El nom m_1 es correspon a un enllaç d'una associació $M-N$, i és interpretable en termes de L_2 .⁸² El nom m_2 es correspon a un enllaç de l'associació $\text{assoc}:A_1^1-A_2$, i és interpretable en termes de L_1 . El nom m_3 es correspon a un enllaç de l'associació $\text{assoc}:A_2^1-A_1$, i és interpretable en termes de L_1 .

La propietat del referent únic que tenen els noms de les visibilitats assegura que només un dels tres noms m_1 , m_2 o m_3 serà interpretable. Així la comunicació ha estat efectiva: només tenim una interpretació possible, i aquesta és semànticament consistent amb l'enllaç dirigit comunicat.

Exemple 17 (Comunicació d'un enllaç $1-N$) *Segui una associació $\text{assoc}:A_1^1-A_2$. I sigui un enllaç $a_1:A_1-a_2:A_2$ d'aquesta associació. Assumim que els noms dels elements de la realitat són els oferts*

⁸¹Podríem assumir que el model sempre construeix els noms seguint el mateix ordre, posant, per exemple, en primer lloc l'extrem amb multiplicitat 1. Però aquesta suposició no resol el problema de la determinació de la multiplicitat: quan en la realitat rebem un nom interpretable com un enllaç sobre una associació 1-N, podem afirmar que el primer nom després del nom de la visibilitat és el nom de l'extrem amb multiplicitat 1. Però prèviament hem de saber si l'associació que estem interpretant és 1-N o M-N.

⁸²Cal tenir present que $L_3 = \text{nom}(\text{assoc}:A_1-A_2) \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m = \text{nom}(\text{assoc}:A_1-A_2) \times L_{B_2}^m \times L_{B_1}^m$.

pel model. Llavors el nom de l'enllaç considerat és $\text{nom}(\text{enllaç}) = \langle \text{nom}(\text{vis}), \text{nom}(B_2), \text{nom}(b_2) \rangle$. Però per a la comunicació fem $\text{nom}(\text{enllaç comunicat}) = \langle \text{nom}(\text{vis}), \text{nom}(B_1), \text{nom}(b_1), \text{nom}(B_2), \text{nom}(b_2) \rangle$.

El model rep el nom $\text{nom}(\text{enllaç comunicat})$ i l'ha d'interpretar en termes d'un enllaç dirigit. Aquest enllaç dirigit ha de ser la realització d'una visibilitat de nom $\text{nom}(\text{vis})$ entre els components de nom $\text{nom}(B_1)$ i $\text{nom}(B_2)$; i en concret és la realització en les que hi intervenen els objectes de nom $\text{nom}(b_1)$ i $\text{nom}(b_2)$.

Per aconseguir aquesta interpretació cal reconvertir el nom rebut en termes del llenguatge pertinent del model. En cas d'usar L_4 la interpretació és directa. En cas d'usar L_3 la cosa es complica.

Suposem que en el model s'usa L_3 per a les visibilitats monoavaluades. Llavors el primer que hem de fer quan el model rep un nom és decidir si s'ha d'interpretar usant L_3 o bé L_4 : és a dir, hem de decidir si ens comuniquen un enllaç dirigit d'una visibilitat monoavaluada o bé un enllaç dirigit d'una visibilitat multiavaluada.

Suposem que hem aconseguit determinar que hem d'usar L_3 . Això significa que el nom rebut té més informació de l'estrictament necessària. Per tant hem de bandejar part del nom rebut. El problema és si hem de bandejar el terme de $L_{B_1}^m$ o el terme de $L_{B_2}^m$; el problema és que desconeixem quin és l'origen i quina la destinació de l'enllaç dirigit comunicat.⁸³

Així, tenim dos problemes:

1. La determinació de quin llenguatge del model L_3 o L_4 , cal usar per a interpretar el missatge rebut. Aquest problema és equivalent a determinar la multiplicitat de l'enllaç dirigit comunicat.
2. En el cas d'haver-nos decidit per L_3 , la determinació de quins fragments de la informació rebuda són els que hem de bandejar. Aquest problema és equivalent a determinar quin és l'origen de l'enllaç dirigit comunicat.

Per a resoldre ambdós problemes el que fem és intentar interpretar el missatge emprant totes les possibilitats. En concret, a partir del missatge rebut generem els següents noms:

1. $m_1 = \langle \text{nom}(\text{vis}), \text{nom}(B_2), \text{nom}(b_2), \text{nom}(B_1), \text{nom}(b_1) \rangle$
2. $m_2 = \langle \text{nom}(\text{vis}), \text{nom}(B_1), \text{nom}(b_1), \text{nom}(B_2), \text{nom}(b_2) \rangle$
3. $m_3 = \langle \text{nom}(\text{vis}), \text{nom}(B_2), \text{nom}(b_2) \rangle$
4. $m_4 = \langle \text{nom}(\text{vis}), \text{nom}(B_1), \text{nom}(b_1) \rangle$

El nom m_1 es correspon a un enllaç dirigit generalitzat de la visibilitat $\text{vis}: B_2 \rightarrow B_1^*$, i és interpretable en termes de L_4 . El nom m_2 es correspon a un enllaç dirigit generalitzat de la visibilitat $\text{vis}: B_1 \rightarrow B_2^*$,

⁸³Podríem assumir que la realitat sempre construeix els noms seguint el mateix ordre, posant, per exemple, en primer lloc l'extrem amb multiplicitat 1. Però aquesta assumptió no resol el problema de la determinació de la multiplicitat: en el model una associació 1 – N pot estar representada tant per una visibilitat monoavaluada com per una visibilitat multiavaluada.

i és interpretable en termes de L_4 . El nom m_3 es correspon a un enllaç dirigit monoavaluat de la visibilitat $vis:B_2 \rightarrow B_1$, i és interpretable en termes de L_3 . El nom m_4 es correspon a un enllaç dirigit monoavaluat de la visibilitat $vis:B_1 \rightarrow B_2$, i és interpretable en termes de L_3 .

La propietat del referent únic que tenen els noms de les visibilitats assegura que només un dels quatre noms m_1, m_2, m_3 o m_4 serà interpretable. Així la comunicació ha estat efectiva: només tenim una interpretació possible, i aquesta és semànticament consistent amb l'enllaç dirigit comunicat.

Comunicació d'enllaços El següent llenguatge és útil per a comunicar els enllaços, dirigits o no, independentment del tipus de visibilitat o d'associació involucrada:

$$nom(vis) \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$$

(23)

Desacoblament del model i la realitat

(24)

L'ús del llenguatge $nom(vis) \times L_{B_1}^m \times L_{B_2}^m$ com a llenguatge únic de comunicació dels diferents tipus d'enllaç desacobra el model de la realitat en els següents aspectes:

1. **Desconeixement del model d'una associació.** Des de la realitat no cal conèixer quin és el model d'una associació. A efectes pràctics podem considerar que és una visibilitat, tot i que desconexim quina visibilitat concreta és.
2. **Desconeixement de l'orientació de la visibilitat.** Des de la realitat no cal conèixer l'orientació de la visibilitat emprada per a modelitzar una associació.
3. **Desconeixement dels llenguatges emprats en cada món.** No cal que la realitat conegui quin tractament fa de la monoavaluació el model (com un tipus específic de visibilitat o com un cas particular de la visibilitat generalitzada). No cal que el model conegui quin tractament fa la realitat de les associacions $1 - N$ (com un tipus específic d'associació o com un cas particular de les associacions $M - N$).

Diferents llenguatges en joc. Res no impedeix que per a la comunicació dins de la realitat usem els llenguatges L_1 i/o L_2 ; res no impedeix que per a la comunicació dins del model usem els llenguatges L_3 i/o L_4 . L'important és

que per a comunicar enllaços de la realitat al model, o per a comunicar enllaços dirigits del model a la realitat usem el llenguatge L_5 .⁸⁴

(25)

Un llenguatge per a cada funció

- Internament cada món usa el seu propi llenguatge
- La comunicació entre els mons es realitza amb un llenguatge específic per a la comunicació
- El llenguatge de la comunicació conté tota la informació necessària per cadascun dels llenguatges emprats en els diferents mons. D'aquesta manera tot nom comunicat és interpretable en el món d'arribada.

7.2.4 El cas de la doble visibilitat

Una associació i dues visibilitats. Sigui una associació $assoc:A_1-A_2$, $M-N$, on admetem que N o M puguin ser 1. Suposem que en el model apareixen les dues visibilitats $vis_1:B_1 \rightarrow B_2^*$ i $vis_2:B_2 \rightarrow B_1^*$. En aquest apartat analitzarem què passa sota aquestes circumstàncies.

Violació d'*Espill*. En el cas de tenir les dues visibilitats possibles, el que tenim és que dos elements del model participen en el model d'un mateix element de la realitat: la modelització no és unívoca; violem *Espill*. En l'apartat 7.1.Més d'una visibilitat per associació, pàgina 49, hem analitzat com solucionar el problema d'aquesta violació. Aquí ens limitem a estudiar les possibilitats de comunicació.

Comunicació de la realitat al model. Per a comunicar l'enllaç $a_1:A_1-a_2:A_2$, la realitat construeix el nom $nom = \langle nom(vis), nom(B_1), nom(b_1), nom(B_2), nom(b_2) \rangle$, on els noms dels conceptes i de les realitzacions són els noms oferts pel model.⁸⁵ Com a $nom(vis)$ podem prendre tant $nom(vis_1)$ com $nom(vis_2)$; en qualsevol dels dos casos el model trobarà la interpretació correcta.

Sinonímia en les associacions. La comunicació d'un enllaç de la realitat cap al model exigeix que la realitat rebi del model el nom de les dues visibilitats presents. Per tant tenim dos noms per a una mateixa associació; hi ha sinonímia

Correctesa en la interpretació des del model. En funció de quin dels dos sinònims, $nom(vis_1)$ o $nom(vis_2)$ emprem en la construcció del nom de l'enllaç comunicat, en el model s'interpretarà com un enllaç dirigit d'una visibilitat o d'una altra. Tanmateix, tot i la diferent interpretació, es manté la consistència semàntica, i per tant podem considerar ambdues interpretacions correctes.

⁸⁴La terminologia dels llenguatges á la introduïda a la pàgina 54.

⁸⁵És a dir, assumim $model(A_i) = B_i$, $model(a_i) = b_i$, $nom(A_i)=nom(B_i)$ i $nom(a_i)=nom(b_i)$.

Comunicació del model a la realitat. Per a comunicar l'enllaç dirigit $b_1 : B_1 \rightarrow B_2^*$ i un dels seus objectius $b_2 : B_2$,⁸⁶ el model construeix el nom $\mathbf{nom} = \langle \mathbf{nom}(vis_1), \mathbf{nom}(B_1), \mathbf{nom}(b_1), \mathbf{nom}(B_2), \mathbf{nom}(b_2) \rangle$. En cas de voler comunicar un enllaç dirigit de l'altra visibilitat possible, construirem el nom $\mathbf{nom}' = \langle \mathbf{nom}(vis_2), \mathbf{nom}(B_2), \mathbf{nom}(b_2), \mathbf{nom}(B_1), \mathbf{nom}(b_1) \rangle$. Sigui com sigui, i gràcies a la sinonímia en el nom de l'associació, en tots dos casos la realitat interpreta correctament l'enllaç comunicat.

7.3 Associacions n-àries

Llenguatge de les associacions n-àries. Els resultats obtinguts per a les associacions binàries són fàcilment generalitzables a les associacions n -àries. Deixem la demostració com a exercici.

Llenguatge d'una associació

(26)

Com a llenguatge d'una associació $assoc : A_1 \times \dots \times A_n$ es pot usar el següent llenguatge:

$$L_{assoc:A_1 \times \dots \times A_n} = \{\mathbf{nom}(assoc)\} \times L_{B_1} \times \dots \times L_{B_k}$$

k és n o $n - 1$. En aquest darrer cas cal que la multiplicitat de la pota A_n sigui 1.

(Hem assumit $\mathbf{model}(A_i) = B_i$ per a $1 \leq i \leq n$).

Comunicació d'enllaços n-aris

(27)

Per a comunicar els enllaços d'una associació $assoc$ n -ària en el marc de tota la realitat cal usar el llenguatge marcat L_{assoc}^m . Per conveniència usarem el marcatge a múltiples nivells:

$$L_{assoc:A_1 \times \dots \times A_n}^m = \mathbf{nom}(assoc : A_1 \times \dots \times A_n) \times L_{B_1}^m \times \dots \times L_{B_k}^m$$

Model d'una associació n-ària. En termes del model no existeixen les visibilitats n -àries. En aquest sentit la modelització d'una associació n -ària en termes de components i visibilitats requereix una transformació prèvia de la realitat, segurament introduint nous conceptes i associacions.

⁸⁶Com hem vist, els enllaços dirigits multiavaluats no són comunicables ja que la seva demodelització no és única. Per aquest motiu la comunicació sempre ha d'incloure també un dels objectes que són destinació de l'enllaç dirigit. En el cas d'enllaços dirigits monoavaluats es pot comunicar perfectament l'enllaç dirigit, però, tal i com expressa la conclusió 23, pàgina 57, el nom que s'usa per a comunicar aquest enllaç és el mateix nom que resulta de considerar l'enllaç dirigit monoavaluat com un cas particular d'un enllaç dirigit multiavaluat. Per aquest motiu no distingim aquí entre els dos casos.

Llenguatge d'ús intern. El llenguatge marcat d'una associació, tal i com l'acabem d'expressar, és un llenguatge només per a ús intern de la realitat; i mai un llenguatge de comunicació.

8 Comunicació dels enllaços

Conclusions planeres. Tot seguit plantegem les conclusions d'aquest informe en termes planers. Entre parèntesis fem referència al concepte tècnic associat. Cal tenir present que hi ha condicions que cal exigir des d'un punt de vista tècnic, que no apareixen en l'exposició planera presentada.

Condicions sobre el model d'una associació. Si volem comunicar les associacions i el seu model, no tot model és vàlid: cal un model que compleixi amb les condicions necessàries per a la comunicació. (Coherència)

Model d'una associació. La necessitat de coherència ens obliga a revisar el model d'una associació. Pròpiament no és una visibilitat, però gràcies a usar una comunicació redundant podem considerar, a tots els efectes, que el model d'una associació és una visibilitat. (Model comunicatiu i model de treball)

Nom d'una associació. El nom d'una associació és el nom de la visibilitat que la modelitza.

Comunicació d'un enllaç. Per comunicar un enllaç (dirigit o no) usem la comunicació marcada a tots els nivells: comuniquem el nom de l'associació (o visibilitat), i les realitzacions enllaçades segons aquesta. Per a comunicar les realitzacions enllaçades comuniquem el nom del concepte (o component) del qual en són realització, i el nom de la realització dins del context del concepte (o component). (Llenguatge marcat)

Enllaços i reducció de noms. El nom d'un enllaç (dirigit o no) es construeix a partir del nom de les realitzacions enllaçades. Per a la comunicació, tot nom s'acompanya del nom del seu context d'interpretació. (Comunicació estratificada).

9 Principis i definicions

Principis

Consistència de les visibilitats, [49](#)

Definicions

Llenguatge estratificat (aproximació 2), [22](#)

10 Referències

En la bibliografia de desenvolupament de software la temàtica aquí tractada es passa molt per sobre. L'objectiu d'aquest informe és justament explicitar el contingut que en la bibliografia està implícit. Per aquest motiu no podem presentar una bibliografia adient, més enllà de la que ja presentàvem a [\[Mer12a\]](#).

- [Mer12a] Josep M. Merenciano. *Principis de modelització en un desenvolupament de software (La difícil tasca d'identificar, 1)*. Informe de recerca, Universitat Politècnica de Catalunya, LSI-12-10-R. 2012.
- [Mer12b] Josep M. Merenciano. *Comunicació de models (La difícil tasca d'identificar, 2)*. Informe de recerca, Universitat Politècnica de Catalunya, LSI-12-11-R. 2012.
- [Mer12c] Josep M. Merenciano. *Comunicació estratificada (La difícil tasca d'identificar, 3)*. Informe de recerca, Universitat Politècnica de Catalunya, LSI-12-12-R. 2012.
- [Mer12d] Josep M. Merenciano. *Models infinits (La difícil tasca d'identificar, 4)*. Informe de recerca, Universitat Politècnica de Catalunya, LSI-12-13-R. 2012.
- [Mer14a] Josep M. Merenciano. *Reducció de noms: associacions i visibilitats (La difícil tasca d'identificar, 5)*. Informe de recerca, Universitat Politècnica de Catalunya. 2014.
- [Mer14b] Josep M. Merenciano. *Reducció de noms: especialitzacions (La difícil tasca d'identificar, 6)*. Informe de recerca, Universitat Politècnica de Catalunya. 2014.